LABING D.O.O.
11000 Beograd, Bulevar Kneza Aleksandra Karađorđevića 68
Telefon: +381 11 408 62 35 Fax: +381 11 266 08 40
e-mail: office@labing.rs

Projekat br. 39 Rev2

DATUM: 2024/10

BROJ PRIMERAKA: OD

Tehnička Dokumentacija
za ishodovanje dozvola za korišćenje radio-frekvencija

GSM-R radio-sistem

deonica Novi Sad-Kelebija

ODGOVORNI PROJEKTANT: Vlatko Crnčević, dipl. ing. el.

Investitor: Akcionarsko društvo za upravljanje javnom železničkom infrastrukturom "Infrastruktura železnica Srbije" a.d., Beograd – Savski Venac, Nemanjina 6

SAGLASAN ZA INVESTITORA:

"Labing" d.o.o.
Direktor

Ljubinko Timotijević

SADRŽAJ

1. OPŠTI DEO

1.1. Investitor
1.2 Vendor
1.3 Projektanti
1.4. Dokumentacija
- Izvod iz rešenja o registraciji preduzeća projektanta
- Licenca preduzeća projektanta
- Rešenje o određivanju odgovornog projektanta
- Licenca i potvrda projektanta
- Izjava projektanta o primeni propisa
- Izjava projektanta o primeni mera zaštite na radu

1.5 Projektni Zadatak
1.6 Bezbedonosne mere na radu i mere zaštite životne sredine i zaštite od požara
1.7 Spisak primenjenih standarda, propisa i preporuka

2. TEHNIČKO REŠENJE

2.1 Uvod
2.2 Namena GSM-R radio-sistema i potrebe korisnika
2.3 Frekvencije i kanali
2.4 Koncepcijsko rešenje radio-sistema
2.5 Lokacije GSM-R radio-stanica
2.6 Opis i Tehničke karakteristike uređeja i pripadajuće opreme radio-sistema
2.7 Opis Instalacije

3. PROPAGACIONI MODEL I KARTE POKRIVANJA

3.1 Metoda proračuna zone pokrivanja
3.2. Izbor kanala i sprečavaje ometanja

4. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

RT.01 Tipicna lokacija GSM-R sa stubom 36m
RT.02 Tipicna lokacija GSM-R sa stubom 42m

5. PRILOZI

PRILOG 1 – OBRAZAC ZAHTEVA ZA DOZVOLU ZA UPOTREBU RADIO-STANICE

PRILOG 2 – Izjava Projektanta o poštovanju zakonskih i podzakonskih akata u oblasti zaštite životne sredine

TABELA REVIZIJE

REV0	**SEPTEMBAR 2024**	
REV1	**OKTOBAR 2024**	**FREKVENTNI PLAN UPDATE / POJEDINAČNE MAPE POKRIVANJA ZA SVAKU STANICU**
REV2	**OKTOBAR 2024**	**DVA KANALA PO LOKACIJI UMESTO ČETRI**

1. OPŠTI DEO

1.1. INVESTITOR

Projekat Radio-sistema GSM-R na deonici Novi Sad - državna granica (Kelebija) je deo celokupnog sistema kritičnih komunikacija na novoj železničkoj pruzi Beograd - Subotica državna granica (Kelebija). Izrada tehičke dokumentacije a kasnije i realizacija i korišćenje GSM-R sistema finansira Akcionarsko društvo za upravljanje javnom železničkom infrastrukturom "Infrastruktura železnica Srbije "a.d., Beograd – Savski Venac, Nemanjina 6.

1.2. ISPORUČILAC OPREME - VENDOR

Opremu GSM-R Baznih stanica isporučuje Huawei.

1.3. PROJEKTANTI

Telekomunikacioni projekat Radio-sistema GSM-R na deonici Novi Sad - državna granica (Kelebija), izradilo je preduzeće Labig d.o.o., Bulevar Kneza Aleksandra Karađorđevića 68.

Odgovorni projektant za izradu tehničke dokumentacije je: Vlatko Crnčević, dipl. inž. el. Licenca 353 1896 03.

1.4. DOKUMENTACIJA

- Izvod iz rešenja o registraciji preduzeća projektanta
- Licenca preduzeća projektanta
- Rešenje o određivanju odgovornog projektanta telekomunikacionih sistema
- Izjava odgovornog projektanta telekomunikacionih sistema o primeni propisa
- Licenca i potvrda projektanta
- Izjava odgovornog projektanta telekomunikacionih sistema o primeni mera zaštite na radu

8000041706932

ИЗВОД О РЕГИСТРАЦИЈИ ПРИВРЕДНОГ СУБЈЕКТА

Република Србија
Агенција за привредне регистре

ОСНОВНИ ИДЕНТИФИКАЦИОНИ ПОДАТАК

Матични / Регистарски број	21062863

СТАТУС

Статус привредног субјекта	Активно привредно друштво

ПРАВНА ФОРМА

Правна форма	Друштво са ограниченом одговорношћу

ПОСЛОВНО ИМЕ

Пословно име	LABING DOO BEOGRAD-SAVSKI VENAC
Скраћено пословно име	LABING DOO

ПОДАЦИ О АДРЕСАМА

Адреса седишта

Општина	Београд-Савски Венац
Место	Београд-Савски Венац
Улица	Булевар Кнеза Александра Карађорђевића
Број и слово	68
Спрат, број стана и слово	/ /

ПОСЛОВНИ ПОДАЦИ

Подаци оснивања

Датум оснивања	20. новембар 2014

Време трајања

Време трајања привредног субјекта	Неограничено

Претежна делатност

Шифра делатности	7112
Назив делатности	Инжењерске делатности и техничко саветовање

Остали идентификациони подаци

Порески Идентификациони Број (ПИБ)	108763795

Подаци о статуту / оснивачком акту

Дана 01.03.2016. године у 11:18:42 часова

Не постоји обавеза овере измена оснивачког акта	Датум важећег статута	
	Датум важећег оснивачког акта	19. новембар 2014

Законски (статутарни) заступници

Физичка лица

1.	Име	Љубинко	Презиме	Тимотијевић
	ЈМБГ	1202971710662		
	Функција	Директор		
	Ограничење супотписом	не постоји ограничење супотписом		

Чланови / Сувласници

Подаци о члану

Име и презиме	Борисав Тимотијевић
ЈМБГ	1411936710208

Подаци о капиталу

Новчани

износ	датум
Уписан: 100,00 RSD	

	износ(%)
Сувласништво удела од	100,00000

Основни капитал друштва

Новчани

износ	датум
Уписан: 100,00 RSD	

Регистратор Милан Маглов

Дана 01.03.2016. године у 11:18:42 часова

Na osnovu člana 128. Zakona o planiranju i izgradnji („Sl. glasnik RS“, br. 72/2009, 81/2009 - ispr., 64/2010 - odluka US, 24/2011, 121/2012, 42/2013 - odluka US, 50/2013 - odluka US, 98/2013 - odluka US, 132/2014, 145/2014, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020 i 52/2021 i 62/23) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i načinu vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata („Službeni glasnik RS“, br. 96/2023) kao:

O D G O V O R N I P R O J E K T A N T

za izradu Projekta Radio-sistema GSM-R na deonici Novi Sad - državna granica (Kelebija), za potrebe "Infrastrukture železnica Srbije" a.d., Beograd određen je:

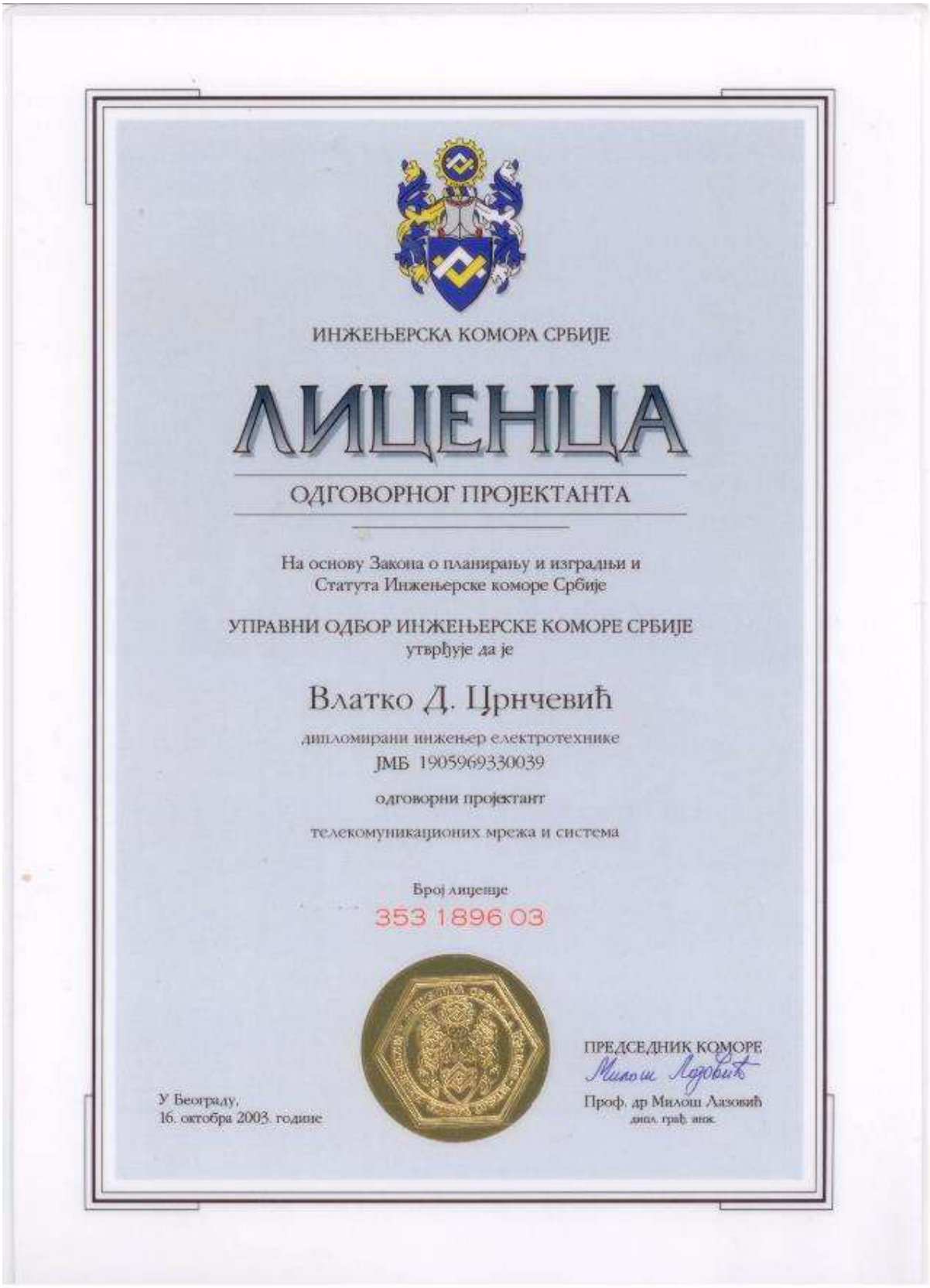
Vlatko Crnčević, dipl.inž.el…..... 353 1896 03

Investitor:	"Infrastruktura železnica Srbije" a.d., Beograd – Savski Venac, Nemanjina 6

Odgovorno lice / zastupnik: Ljubinko Timotijević, direktor

Pečat: Potpis:

Septembar 2024.



ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ

ЛИЦЕНЦА

ОДГОВОРНОГ ПРОЈЕКТАНТА

На основу Закона о планирању и изградњи и
Статута Инжењерске коморе Србије

УПРАВНИ ОДБОР ИНЖЕЊЕРСКЕ КОМОРЕ СРБИЈЕ
утврђује да је

Влатко Д. Црнчевић

дипломирани инжењер електротехнике
ЈМБ 1905969330039

одговорни пројектант

телекомуникационих мрежа и система

Број лиценце
353 1896 03

У Београду,
16. октобра 2003. године

ПРЕДСЕДНИК КОМОРЕ
Милош Лазовић
Проф. др Милош Лазовић
дипл. грађ. инж.

I Z J A V A

odgovornog projektanta o primeni propisa

Prilikom izrade investiciono-tehničke dokumentacije:

Investitor:	"Infrastruktura železnica Srbije" a.d., Beograd – Savski Venac, Nemanjina 6
Sistem:	Radio-sistema GSM-R
Dokumentacija:	Projekat Radio-sistema GSM-R na deonici Novi Sad – Kelebija – tehnička dokumentacija za ishodovanje dozvola za korišćenje radio-frekvencija

poštovane su u svemu odredbe Zakona o planiranju i izgradnji ("Službeniglasnik RS", br. 72/09, 132/14 i 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 - dr. zakon, 9/2020 i 52/2021 i i 62/23)) i odredbi Pravilnika o sadržini, načinu i postupku izrade i način vršenja kontrole tehničke dokumentacije prema klasi i nameni objekata (“Službeni glasnik RS”, br. 96/2023.), Zakona o elektronskim komunikacijama (Sl. glasnik RS br. 44/10), kao i propisa, standarda, tehničkih normativa i normi kvaliteta čija je primena obavezna pri izradi ove vrste dokumentacije.

Beograd, Septembar 2024.

ИНЖЕЊЕРСКА КОМОРА СРБИЈЕ
Влатко Д. Црнчевић
дипл. инж. ел.
353 1896 03
ОДГОВОРНИ ПРОЈЕКТАНТ

ODGOVORNI PROJEKTANT

Vlatko Crnčević, dipl. inž. el.

I Z J A V A

odgovornog projektanta o primeni mera zaštite na radu

Prilikom izrade investiciono-tehničke dokumentacije:

Investitor:	"Infrastruktura železnica Srbije" a.d., Beograd – Savski Venac, Nemanjina 6
Sistem:	Radio-sistema GSM-R
Dokumentacija:	Projekat Radio-sistema GSM-R na deonici Novi Sad – Kelebija – tehnička dokumentacija za ishodovanje dozvola za korišćenje radio-frekvencija

primenjene su propisane mere zaštite na radu, zaštite životne sredine i zaštite od požara prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS, br. 101/2005, 91/2015, 113/2017 i 35/2023), Zakonu o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS, br. 135/04 i 36/09) i Zakonu o zaštiti od požara (Sl. glasnik RS, br. 111/09, 20/2015, 87/2018 i 95/2018).

Beograd, Septembar 2024.

ODGOVORNI PROJEKTANT

Vlatko Crnčević, dipl. inž. el.

1.5. PROJEKTNI ZADATAK

INVESTITOR: Akcionarsko društvo za upravljanje javnom železničkom infrastrukturom "Infrastruktura železnica Srbije "a.d., Beograd – Savski Venac, Nemanjina 6

OBJEKAT: Pruga Beograd - Subotica državna granica (Kelebija), DEONICA PRUGE NOVI SAD -SUBOTICA - DRŽAVNA GRANICA (KELEBIJA), u Novom Sadu, Kisaču, Stepanovićevu, Zmajevu, Vrbasu, Lovćencu, Malom Iđošu, Bačkoj Topoli, Žedniku, Naumovićevu i Subotici, K.O. Novi Sad I, K.O. Novi Sad IV, K.O. Kisač, K.O. Rumenka, K.O.Stepanovićevo, K.O. Čenej, K.O. Bačko Dobro Polje, K.O. Vrbas, K.O. Vrbas - grad, K.O. Zmajevo, K.O. Kucura, K.O. Lovćenac, K.O. Mali Iđoš, K.O. Feketić, K.O. Bačka Topola, K.O. Bačka Topola - Grad, K.O. Mali Beograd, K.O. Bikovo, K.O. Donji Grad, K.O. Žednik, K.O. Novi Grad, K.O. Palić, K.O. Stari Grad.

SISTEM: GSM-R RADIO-SISTEM

DOKUMENTACIJA: Tehnička dokumentacija za ishodovanje pojedinačnih dozvola za korišćenje radio-frekvencija u skladu sa Uputstvom („Službeni Glasnik RS“br. 37/21).

UVOD

U skladu sa Zakonom o bezbednosti i interoperabilnosti železnice (Sl.glasnik 104/13, 66/15, 113/17 i 41/18) **zahtev je** da svaki od podsistema železničkog sistema velikih brzina mora biti usaglašen sa pripadajućim tehničkim specifikacijama interoperabilnosti (TSI). TSI za podsistem kontrole, upravljanja i signalizacije transevropskog železničkog sistema velikih brzina (CCS1 Odluka komisije 2012/88/EU od 25. januara 2012; CCS2 Odluka komisije 2012/696/EU od 06. novembra 2012) **navodi GSM-R sistem kao radio sistem Klase A** što je u skladu i sa odlukom komisije 2016/919/EU od 27. maja 2016. godine.

Na osnovu Huawei Serbia Railway GSM-R Technical Documentation kao i PZI Projekta za Izvođenje sveska 5.8 - China Railway Design Corporation Serbia iz Novembra 2021., uraditi Tehničku dokumentaciju za ishodovanje pojedinačnih dozvola za GSM-R sistem na deonici Novi Sad - Kelebija.

Frekvencjski Opsezi

Frekvencijski opsezi u kojima rade GSM-R stanice su 876–880 MHz i 921–925 MHz namenjeni su za UIC (International Union for Railways) sisteme na železnici (GSM-R), rezervisanim u skladu sa planom namene i raspodele frekvencijskih opsega u Republici Srbiji.

Sadržaj tehničke dokumentacije

U zavisnosti od lokacije radio uređaja na sadržinu tehničke dokumentacije primenjuju se RATEL *Uputstvo sa elementima tehničkog rešenja u zavisnosti od vrste radio-komunikacijske službe*, za stanice na teritoriji Srbije. Tehničkom dokumentacijom treba definisati i sve elemente, koji nisu izričito ovde navedeni, a neophodni su za dobijanje dozvola za radio-stanice od nadležnih institucija. Dokumentacija treba da sadrži:

- Podatke o investitoru
- Podatke o odgovornom projektantu, tj. o projektantskoj organizaciji

- Spisak primenjenih zakonskih i podzakonskih propisa
- Izjavu o izradi dokumentacije, koju potpisuje odgovorni projektant
- Projektni zadatak
- Situaciju objekta
- Tehničko rešenje koje se sastoji od:
  - Namenu i opis potrebe korisnika
  - Koncepcisko rešenje Sistema
  - Metod proračuna zone pokrivanja
  - Opis i tehničke karakteristike antenskog Sistema
  - Opis i tehničke karakteristike uređaja i opreme
  - Analiza mogućih međusobnih ometanja
  - Način rada stanice u radio-mreži
  - Tabelu sa podacima za svaki zahtevani kanal po lokaciji
- Izjavu o primenjenim propisanim merama zaštite na radu
- Saglasnost nadležnog organa na izrađenu studiju ili odluku da nije potrebno raditi studiju procene uticaja na životnu sredinu
- Procenu uticaja na rad drugih radio-komunikacijskih sistema
- Potrebne odgovarajuće proračune
- Pripadajuću grafičku dokumentaciju

Zakonska regulativa u Srbiji

Tehničku dokumentaciju je potrebno uraditi u skladu sa sledećim važećim zakonima i aktima:

- Zakonom o elektronskim komunikacijama
- Zakonom o planiranju i izgradnji
- Zakonom o zaštiti životne sredine
- Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu
- Uredbom o utvrđivanju Plana namene radio-frekvencijskih opsega
- Uputstvom sa elementima tehničkog rešenja u zavisnosti od vrste radio-komunikacijske službe

Preporuke i standardi

Tehničku dokumentaciju je potrebno uraditi u skladu sa:

- ETSI preporukama
- ITU-R preporukama
- Ostali relevantni propisi, preporuke i standardi

Za Infrastruktura železnica Srbije "a.d., Beograd:

1.6 BEZBEDONOSNE MERE NA RADU I MERE ZAŠTITE ŽIVOTNE SREDINE i ZAŠTITE OD POŽARA

Pri izradi projektne dokumentacije vođeno je računa o primeni propisanih mera zaštite na radu, a na osnovu sledećih zakonskih akata:

- Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS, br 101/2005, 91/2015 , 113/2017 i 35/2023)
- Zakon o planiranju i izgradnji ("Službeniglasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14 i 145/14, 83/2018, 31/2019 i 9/2020 i 52/2021 i 62/23)
- Zakon o zaštiti od požara (Sl. glasnik RS, br 111/09, 20/2015, 87/2018 i 95/2018)
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. Glasnik 135/04 i 36/09)
- Zakon o zaštiti od nejonizujućih zračenja (Sl. glasnik RS, br.36/09)
- Pravilnik o granicama izlaganja nejonizujućem zračenju (Sl. Glasnik, br. 104/2009).

Primena propisanih mera odnosi se na sledeće elemente:

Zaštita od mehaničkih opasnosti

Antenski sistem, radio-uređaje i ispravljački sistem treba montirati i osigurati prema zahtevima iz projekta i prema tehničkoj dokumentaciji proizvođača, tako da ne dođe do pada istih u normalnim uslovima rada i do ozleda osoba koje se mogu naći u blizini.

Zaštita od udara električne energije i požara

Rešenje se sastoji u pravilno odabranim i pravilno postavljenim osiguračima strujnih kola, kao i automatskih strujnih prekidača i pravilno dimenzionisanim poprečnim presecima provodnika.

Zaštita od opasnosti kod opsluživanja i održavanja uređaja

Zaštita od statičkog elektriciteta

Ova zaštita se izvodi tako što se sve metalne mase uređaja i opreme, a posebno antena, antenskih nosača i antenskih kablova, koji mogu doći pod uticaj statičkog elektriciteta, povezuju na pravilno izvedeno gromobransko uzemljenje objekta.

Zaštita od elektromagnetnog zračenja

Zbog mogućeg štetnog uticaja zračenja antena, na lokaciji radio-navigacione instalacije, kod radio uređaja treba istaći upozorenje da se predajnici radio-sistema moraju isključiti kada se u neposrednoj blizini antena na rastojanju manjem od 0.5m izvode radovi.

Zaštita za rad na visini

Prilikom montaže antena na antenskom nosaču postoji povećan rizik od povređivanja radnika, kao i rizik od povređivanja drugih lica. Zato je neophodno preduzeti odgovarajuće zaštitne mere predviđene odredbama Zakona o zaštiti na radu kao i Pravilnikom o opštim merama i normativima zaštite pri radu sa dizalicama (Službeni List br. 30/69 i 41/69). Ove mere su:

Za rad na montaži antena raspoređuju se radnici koji su osposobljeni za rad na visinama i za koje je prethodnim i periodičnim lekarskim pregledima utvrđena zdravstvena sposobnost za bezbedan rad na visinama.

- Radna lokacija gde se antene montiraju prethodno se obezbeđuje jasnim obaveštenjima drugih lica o opasnostima, a oko radnog prostora se postavljaju zaštitne mreže ili trake.
- Radnici koji vrše montažu antena opremljeni su odgovarajućim zaštitnim sredstvima za ličnu sigurnost - odgovarajuća užad i veznici, zaštitni pojasevi, prilagodna odeća i obuća i sl.
- Odgovarajuća zaštitna odeća je bitna za vreme hladnoće.
- Svi uređaji za dizanje tereta moraju biti ispitani i odobreni.
- Za vreme rada na antenskom stubu, ukupan personal u oblasti radova mora nositi šlemove.

Uklapanje u životnu sredinu

Tehnička dokumentacija radio-navigacionog sistema treba da bude u skladu sa važećim domaćim i međunarodnim preporukama, kao i u skladu sa *Zakonom o zaštiti životne sredine (Sl. glasnik RS br.135/04 i 36/09).*

Prema navedenom zakonu, pre izvođenja radova neophodno je izvršiti procenu uticaja projekta na životnu sredinu bez koje se ne može pristupiti izvođenju, a koja se vrši u skladu sa postupkom propisanim *Zakonom o proceni uticaja na životnu sredinu* (Sl. Glasnik 135/04 i 36/09). Postupak procene uticaja na životnu sredinu sprovodi nadležni organ na zahtev nosioca projekta. S obzirom na to da se projektom radio-sistema u životnu sredinu unosi novi izvor elektromagnetne emisije, od posebnog je značaja da se ograniči koncentracija elektromagnetske energije i tako eliminišu ili minimiziraju neželjeni efekti na ljude.

Prema *Zakonu o zaštiti životne sredine* i *Zakonu o nejonizujućem zračenju (Sl. glasnik RS br.36/09)* radio-oprema i telekomunikacioni uređaji moraju zadovoljiti vrednosti ograničenja koja se, u zavisnosti od frekventnog opsega, odnose na sledeće veličine:

- Gustina magnetskog fluksa (B), za frekventni opseg od 0Hz do 1Hz;
- Gustina struje (J), za frekventni opseg od 1Hz do 10MHz;
- Specifična apsorbovana snaga (*Specific Absorbed Power*, SAP), za frekventni opseg od 100KHz do 10GHz;
- Gustina struje i specifična apsorbovana snaga u opsegu od 100kHz do 10MHz;
- Gustina snage (S), u frekventnom opsegu od 10GHz do 300GHz.

Pravilnikom o granicama izlaganja nejonizujućem zračenju („Sl. Glasnik“ 104/2009) definisana su bazična ograničenja izlaganja i referentni granični nivo za izlaganja stanovništva nejonizujućem zračenju. Primena merljivog referentnog graničnog nivoa osigurava poštovanje relevantnog ograničenja. U narednoj tabeli (Tabela 3.1.) dati su referentni granični nivoi koji služe za praktičnu procenu izloženosti.

Tabela 3.1.: Referentni granični nivoi za izlaganje stanovništva.

Frekvencija	Jačina električnog polja E (V/m)	Jačina magnetskog polja H (A/m)	Gustina magnetskog fluksa B (mT)	Gustina snage (ekvivalentnog ravnog talasa) S_{ekv} (W/m^2)
< 1 Hz	5 600	12 800	16 000	
1–8 Hz	4 000	12 800/f^2	16 000/f^2	
8–25 Hz	4 000	1 600/f	2 000/f	
0,025–0,8 kHz	100/f	1,6/f	2/f	
0,8–3 kHz	100/f	2	2,5	
3–100 kHz	34,8	2	2,5	
100–150 kHz	34,8	2	2,5	
0,15–1 MHz	34,8	0,292/f	0,368/f	
1–10 MHz	34,8/ $f^{1/2}$	0, 292/f	0,368/f	
10–400 MHz	11,2	0,0292	0,0368	0,326
400–2000 MHz	0,55 $f^{1/2}$	0,00148 $f^{1/2}$	0,00184 $f^{1/2}$	f/1250
2–10 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6
10–300 GHz	24,4	0,064	0,08	1,6

ODGOVORNI PROJEKTANT

Vlatko Crnčević, dipl. inž. el.

1.7 SPISAK PRIMENJENIH STANDARDA, PROPISA I PREPORUKA

Pri izradi ovog projekta korišćeni su sledeći relevantni tehnički propisi, standardi, preporuke i dokumentacija:

Zakoni

- Zakon o elektronskim komunikacijama (Sl. Glasnik RS, br. 44/2010, 60/2013 – odluka US, 62/2014, 95/2018 - dr. zakon)
- Zakon o planiranju i izgradnji ("Službeniglasnik RS", br. 72/09, 81/09-ispravka, 64/10 odluka US, 24/11 i 121/12, 42/13–odluka US, 50/2013–odluka US, 98/2013–odluka US, 132/14 i 145/14, 83/2018, 31/2019, 37/2019 – dr. zakon, 9/2020, 52/2021)
- Zakona o bezbednosti i zdravlju na radu (Sl. glasnik RS, br 101/2005, 91/2015 i 113/2017 – dr. Zakon, 35/2023)
- Zakon o zaštiti od požara (Sl. glasnik RS, br. 111/09, 20/2015, 87/2018 i 87/2018 – dr. zakon)
- Zakon o zaštiti životne sredine (Sl. Glasnik RS, br. 135/04 i 36/09, 36/2009 - dr. zakon, 72/2009 - dr. zakon, 43/2011 - odluka US, 14/2016, 76/2018, 95/2018 - dr. zakon i 95/2018 - dr. zakon)
- Zakon o proceni uticaja na životnu sredinu (Sl. Glasnik RS, br. 135/04 i 36/09)
- Zakon o Zaštiti od nejonizujućih zračenja (Sl. glasnik RS, br.36/09)
- Pravilnik o izmenama i dopunama Pravilnika o obrascima zahteva za izdavanje pojedinačne dozvole za korišćenje radio-frekvencija („Službeni glasnik RS“ br. 37/21)

Propisi

- Strategija razvoja elektronskih komunikacija u Republici Srbiji od 2010. do 2020. godine (Sl. glasnik RS, br. 68/2010)
- Plan namene radio-frekvencijskih opsega (Sl. glasnik RS, br. 89/2020)
- Pravilnik o tehničkim merama za izgradnju, postavljanje i održavanje antenskih postrojenja“ (Sl. list SFRJ, br. 13/68)

Standardi

- ETSI EN 300 019-1-4, Enviromental Engineering (EE), Enviromental conditions and environmental tests for telecommunicatons equipment; part 1-3: Classification of environmental conditions; Stationary use at weatherprotected locations
- IEC 60721-3-4, klase 4K2/4Z5/4Z7, 4B1, /4C2(4C1)/, /4S2

2.0 TEHNIČKO REŠENJE

2.1. Uvod

Projektna dokumentacija se radi za potrebe Infrastruktura železnica Srbije a.d. Beograd, radi implementacije radio-sistema GSM-R na deonici brze pruge Novi Sad – Kelebija. Tehničkim rešenjem će biti definisani osnovni elementi sistema. Namena ove projektne dokumentacije je da se potvrde tehnički zahtevi za aktivnom opremom i ostalim elementima instalacije, da se prikaže tip i raspored opreme i trase polaganja antenskih kablova i da se na osnovu iste ishoduju dozvole za korišćenje frekvencija. Proračunom će biti definisani nivoi signala na mestima prijema. Prilog ovoj projektnoj dokumentaciji su popunjeni obrasci za dozvole za radio-stanice.

2.2. Namena GSM-R radio-sistema i potrebe korisnika

Namena sistema GSM-R je da olakšava komunikaciju između mašinovođe i centara za kontrolu saobraćaja, pružanjem specifičnih karakterističnih mogućnosti kao što su grupna komunikacija, adresiranje zavisno od lokacije, nivoi prioriteta, pozivi za hitne slučajeve na železnici, manevarska komunikacija..itd. Od 2000. godine pa nadalje, GSM-R je uveden širom Evrope kao zajednički standard za železničke operacije od suštinskog značaja za interoperabilnost, kao i u mnogim drugim delovima sveta. Proširenje implementacije GSM-R i dalje je u toku. GSM-R je nosilac distribucije podataka za Evropski sistem kontrole vozova (ETCS), posebno za ETCS nivo 2 i nivo 3. GSM-R je u potpunosti definisan u ETSI standardima. GSM-R mreže moraju koegzistirati sa drugim tehnologijama javnih mobilnih mreža kao što su 3G i 4G. Strategija IŽS je da se sa GSM-R radio signalom pokrije trasa pruge od železničke stanice Beograd Centar (Prokop) do granice sa Mađarskom (Kelebija) u smislu obezbeđivanja funkcionisanja ETCS-a nivoa 2 za brzine vozova do 200 km/h kao i bezbedne platforme za govornu komunikaciju i prenos podataka između železničkog osoblja (dispečeri, otpravnici, mašinovođe i sl.). Takođe, planiran je i sistem za prenos za potrebe GSM-R sistema, EIRENE dispečerskog sistema, za prenos informacija određenih delova sistema osiguranja pruge i službenih mesta i sistema za daljinsko upravljanje stabilnim postrojenjima električne vuče. GSM-R sistem treba da bude interoperabilan i da se integriše u evropski sistem upravljanja železničkim saobraćajem.

Ovom tehničkom dokumentacijom se tretira sistem na deonici pruge od železničke stanice Novi Sad do državne granice sa Mađarskom (Kelebija). Ovoj trasi pruge pripada i 12 železničkih stanica ili stajališta i to: Novi Sad, Sajlovo, Rumenka, Kisač, Stepanovićevo, Zmajevo, Vrbas nova, Vrbas, Lovćenac-Mali Iđoš, Bačka Topola, Žednik, Naumovićevo, Subotica a koje su pored ostalih lokacija, poslužile i za smeštaj bazne stanice.

2.3 Frekvencije i kanali

Prema Nacionalnoj Noti SRB40 Frekvencijski opsezi 876–880 MHz i 921–925 MHz namenjeni su za UIC (*International Union for Railways*) sisteme na železnici (GSM-R) i radio sisteme Organa Odbrane – Vojske po principu usaglašene geografske podele. Takođe postignut je i tehnički sporazum o koordinaciji frekvencija u osnovnom GSM-R opsegu 876–880/921–925

MHz između administracija Hrvatske, Mađarske i Srbije o koordinaciji frekvencija u frekvencijskim opsezima 876–880/921–925 MHz (GSM-R core band), usaglašen, maja 2022. Navedeni opseg je nadalje u skladu sa *ECC/REC/(05)08 Frequency planning and cross-border coordination between GSM Land Mobile Systems (GSM 900, GSM 1800 and GSM-R)* i Planom namene radio-frekvencijskih opsega, Sl. Glasnik 9/2024 od 05. Februara 2024. godine. Korišćenje radio-frekvencija iz navedenog osega je omogućeno na osnovu pojedinačne dozvole za korišćenje radiofrekvencijskog spektra, koja se izdaje na osnovu zahteva.

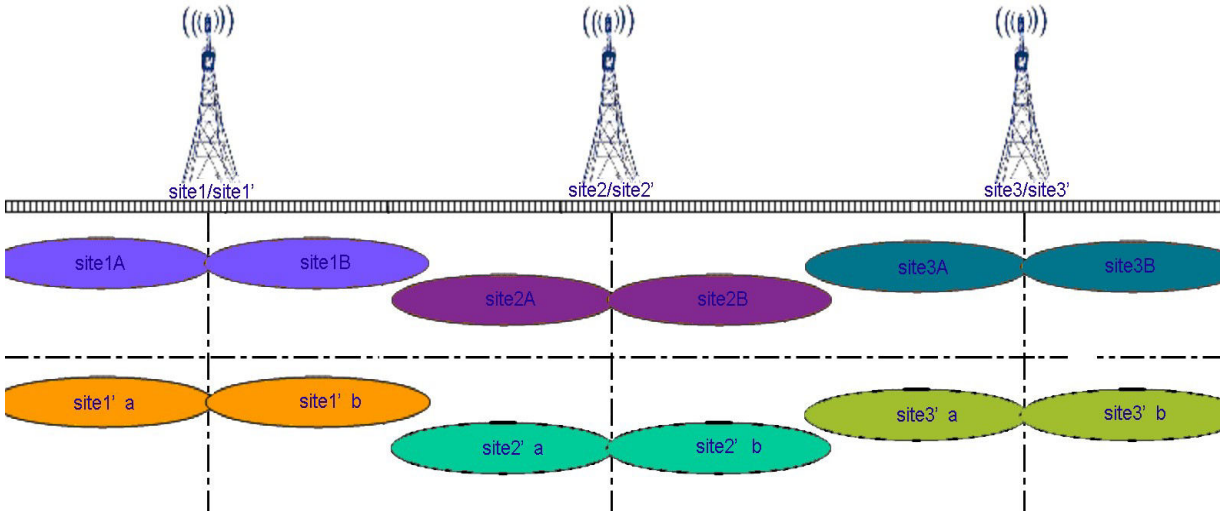
Priroda GSM-R signala je sledeća – u konkretom slučaju koristi se GMSK modulacija (*Gaussian Minimum-Shift Keying*). GSM-R je TDMA (*Time-Division Multiple Access*) sistem. Prenos podataka se vrši periodičkim TDMA okvirima (s periodom od 4,615 ms), za svaku noseću frekvenciju (fizički kanal). Svaki TDMA frame podeljen je u 8 vremenskih sekvenci, nazvanih logički kanali (dugo 577 μs, svaki vremenski slot), koji nose 148 bita informacija.

Opseg je podeljen na sledeće frekvencijske podopsege:

GSM900: 876 – 880 MHz-predaja mobilne stanice, 921– 925 MHz-predaja bazne stanice. Širina kanala je 200kHz i razmak 45MHz za dupleksni način rada.

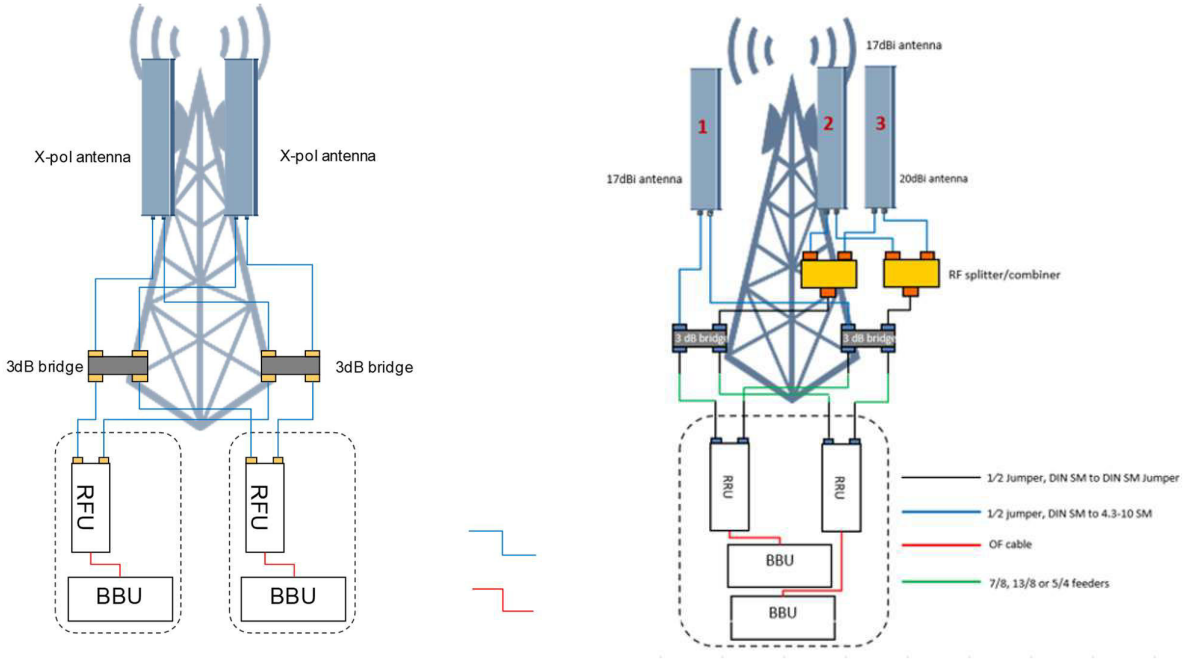
2.4 Koncepcijsko rešenje radio-sistema

Koncepcija pokrivanja jednog linijskog infrastrukturnog objekta kao što su primerice pruge je jednostavna a time i struktura mreže. Ono što izdvaja sistem GSM-R jeste da se smatra sistemom kritične komunikacije na infrastrukturi pa je posebna pažnja posvećena redundansi sistema i u smislu upotrebljene opreme i u smislu režima redundantne pokrivenosti. Ova se shema sastoji od redundantne radio pokrivenosti na svakoj geografskoj lokaciji. Mreža dvostrukog pokrivanja stoga radi na dva BTS sloja, nazvana Sloj A i Sloj B. Susedne ćelije moraju se dovoljno preklapati kako bi se osigurala primopredaja i ponovni odabir ćelije pri najvećoj brzini voza od 200 km/h. Sledeća slika prikazuje strukturu dvoslojne mreže pokrivenosti:



Slika 1. Grafički prikaz dvoslojne mreže pokrivenosti

Za redundantno pokrivanje železničke pruge koriste se brojne linijski pozicionirane lokacije baznih stanice a na jednoj lokaciji su u stvari dve bazne stanice u distribuiranoj arhitekturi. Imamo dve stanice sa po jednim radio kanalom svaka i koje koriste zajednički antenski sistem. Za ovakvu shemu potrebna je konfiguracija koja se sastoji od razdelnika snage i usmerenih antena koja daje pokrivenost u dva smera železničke pruge. Ova shema omogućuje stvaranje jedne ćelije koja emituje u dva suprotna smera a na izuzetnim lokacijama i u tri smera. U poređenju s uobičajenom baznom stanicom gde je svaki sektor posebna ćelija odnosno sa BTS-om s primerice 2 sektora (tj. 2 ćelije), ovakvom konfiguracijom se izbegava handover u nepovoljnoj zoni podnožja stuba. Ovo povećava sigurnost sistema smanjujući rizik od prekida poziva pri velikoj brzini. Sa shemom jedne dvosmerne ćelije, handover između 2 susedne radio-lokacije dogodiće se u tački koja je više ili manje jednako udaljena od ta dva mesta. Drugim rečima oba radio-kanala sa obe bazne stanice na jednoj radio-lokaciji će biti emitovana sa zajedničkog antenskog sistema. Na slici ispod shematski je data konfiguracija jedne radio-lokacije sa jednom dvosmernom odnosno jednom trosmernom ćelijom.



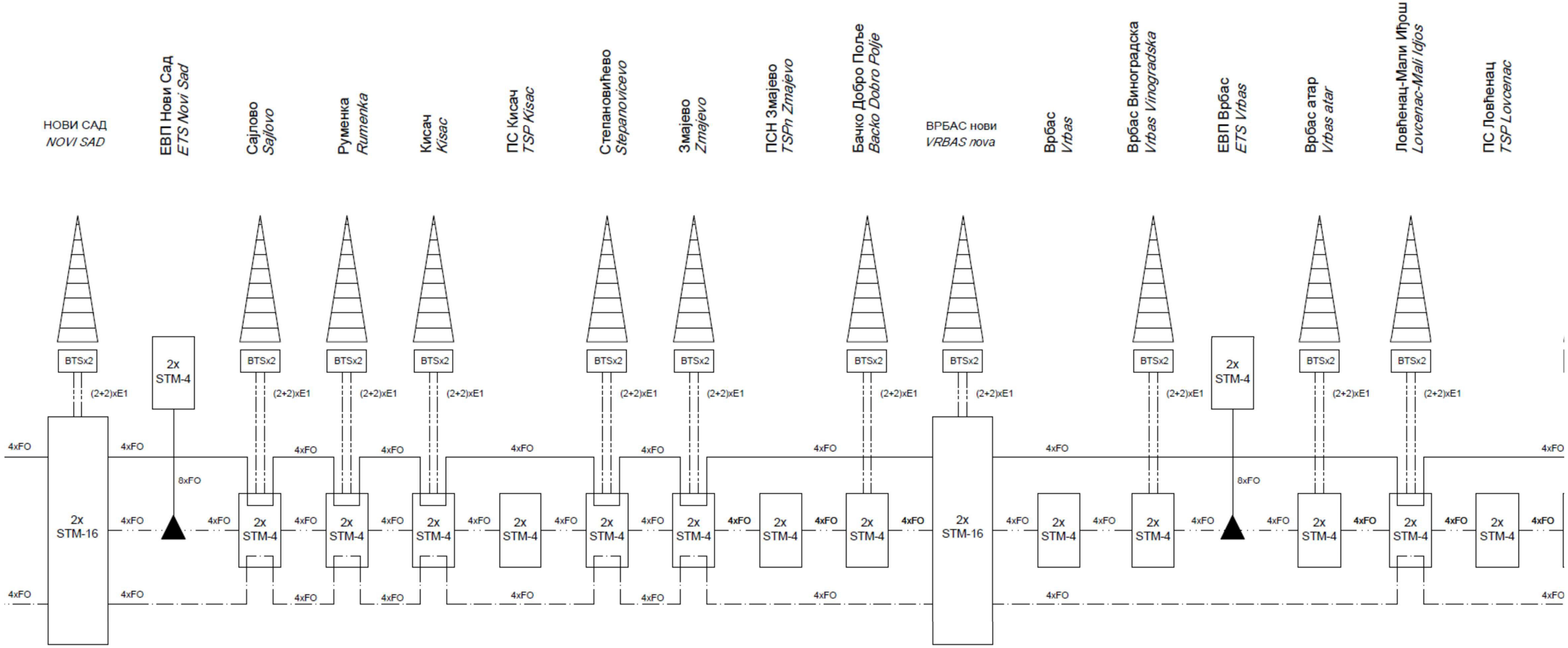
Slika 2. Shema radio-lokacije sa dve bazne stanice i jednom ćelijom koja je distribuirana dvosektorskim odnosno trosektorskim antenskim sistemom

2.5 Lokacije GSM-R radio-stanica

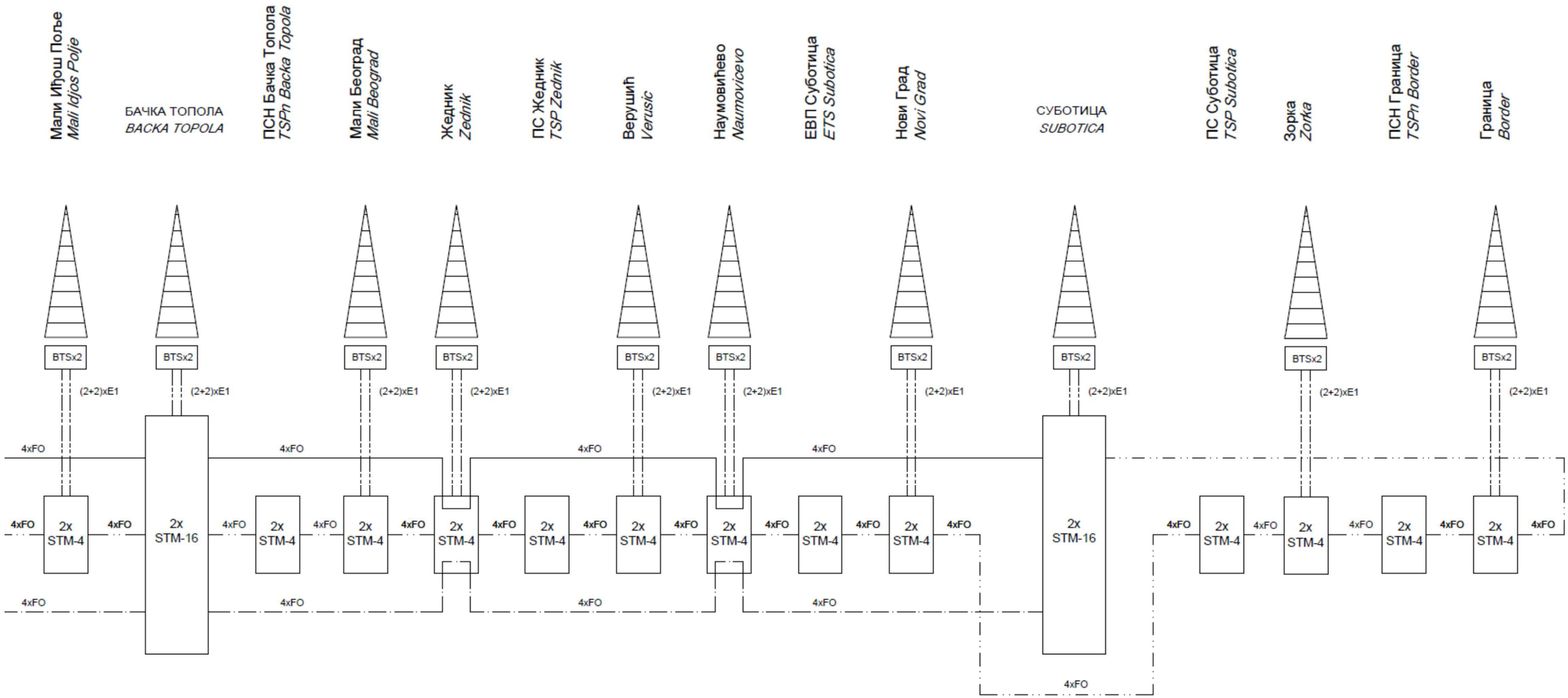
Za linijsko pokrivanje deonice brze pruge Novi Sad – Kelebija odabrane su sledeće lokacije i predviđene su sledeće visine antenskih stubova:

LOKACIJA	Longitude	Latitude	VISINA TERENA (m)	VISINA STUBA (m)
NOVI SAD	19° 49' 42"	45° 15' 54"	80	36
SAJLOVO	19° 47' 36"	45° 16' 59"	80	36
RUMENKA	19° 46' 16"	45° 18' 32"	80	42
KISAC	19° 44' 0"	45° 21' 35"	90	42
STEPANOVICEVO	19°42'05"	45°24'54"	80	36
ZMAJEVO	19°40'27"	45°27'35"	80	36
BACKO DOBRO POLJE	19°39'09"	45°30'27"	80	36
VRBAS NOVA	19°37'43"	45°33'19"	80	42
Vrbas Vinogradska	19°37'03"	45°35'45"	90	42
VRBAS ATAR	19°38'28"	45°38'16"	100	42
LOVCENAC	19°39'03"	45°41'32"	107	42
MALI IDJOS POLJE	19°38'55"	45°44'52"	105	42
BACKA TOPOLA	19°38'58"	45°49'07"	110	42
MALI BEOGRAD	19°39'32"	45°52'41 "	105	42
ZEDNIK	19°40'08"	45°56'21"	105	36
VERUSIC	19°40'31 "	45°59'09"	103	36
NAUMOVICEVO	19°40'51"	46° 01'23"	105	36
NOVI GRAD (ALEKSANDROVO)	19°42'06"	46°04'00"	105	36
SUBOTICA	19°40'20"	46°05'58"	110	42
Zorka	19°39'37"	46°07'35"	120	42
National Border (Kelebija)	19°38'01"	46°10'02"	125	42

Na svakoj datoj lokaciji je predviđen tehnički objekat ili tehnička sala u postojećem staničnom objektu za smeštaj opreme kao i ograđeni anteski stub, rešetkati tropojasni za smeštaj antenskog sistema. Između objekta i stuba obezbeđeni su kablovski kanali. Objekti i stub su opremljeni sa adekvatnim uzemljivačem i gromobranskom zaštitom a tehnički objekat i sa redundantnim napajanjem. Prenos sa svake bazne stanice do nadređenog BSC-a je obezbeđen optikom koja se polaže uz prugu. Neovlašćen pristup ovom radio sistemu sprečen je ogradom oko celog kompleksa. Oprema sistema je u prostorijama koje se nadziru daljinski i nema ljudske posade. Na sledećoj slici je dati raspored lokacija i shema povezivanja.



Slika 3 Deo 1 – Raspored lokacija i shema povezivanja



Slika 3 Deo 2 – Raspored lokacija i shema povezivanja

2.6 Opis i Tehničke karakteristike uređaja i pripadajuće opreme radio-sistema

Odabrana je oprema bazne stanice proizvođača Huawei u distribuiranoj arhitekturi, odnosno konfiguracija gde je Baseband jedinica sa RRU (Remote Radio Unit) radio jedinicom povezana optikom a od RRU do antena se polaže prelazni jumper i/ili antenski koaksijalni kabl. U ovom slučaju investitor je odlučio da ne koristi u potpunosti pogodosti distribuirane arhitekture tako što će smestiti RRU jedinice iza antena na antenskm stubu već se iste smeštaju u tehnički objekat pored stuba a do atena se vode koaksijalni kablovi 7/8" dužine par desetina metara.

Oprema i uređaji jedne bazne stanice se sastoji od Baseband jedinice BBU3910, Radio-jedinice RRU3004, antenskih kablova, 3dB kombajnera, prelaznih antenskih kablova 1/2" i konačno dual polarizovanih panel antena. U nastavku su dati tehnički podaci za osnovnu opremu.

Koncept distribuirane bazne stanice sastoji se u fizičkom odvajanju Radio Tx/Rx funkcija od ostalih funkcija kao što su takt, BSC interfejs, upravljanje alarmima itd. Sastoji se od baseband upravljačke jedinice (BBU) i nekoliko udaljenih radio jedinica (RRU), daljinski povezanih s BBU putem optičkog vlakna. Udaljena Radio jedinica (RRU) pretvara i prosleđuje signale između BBU i antenskog sistema.

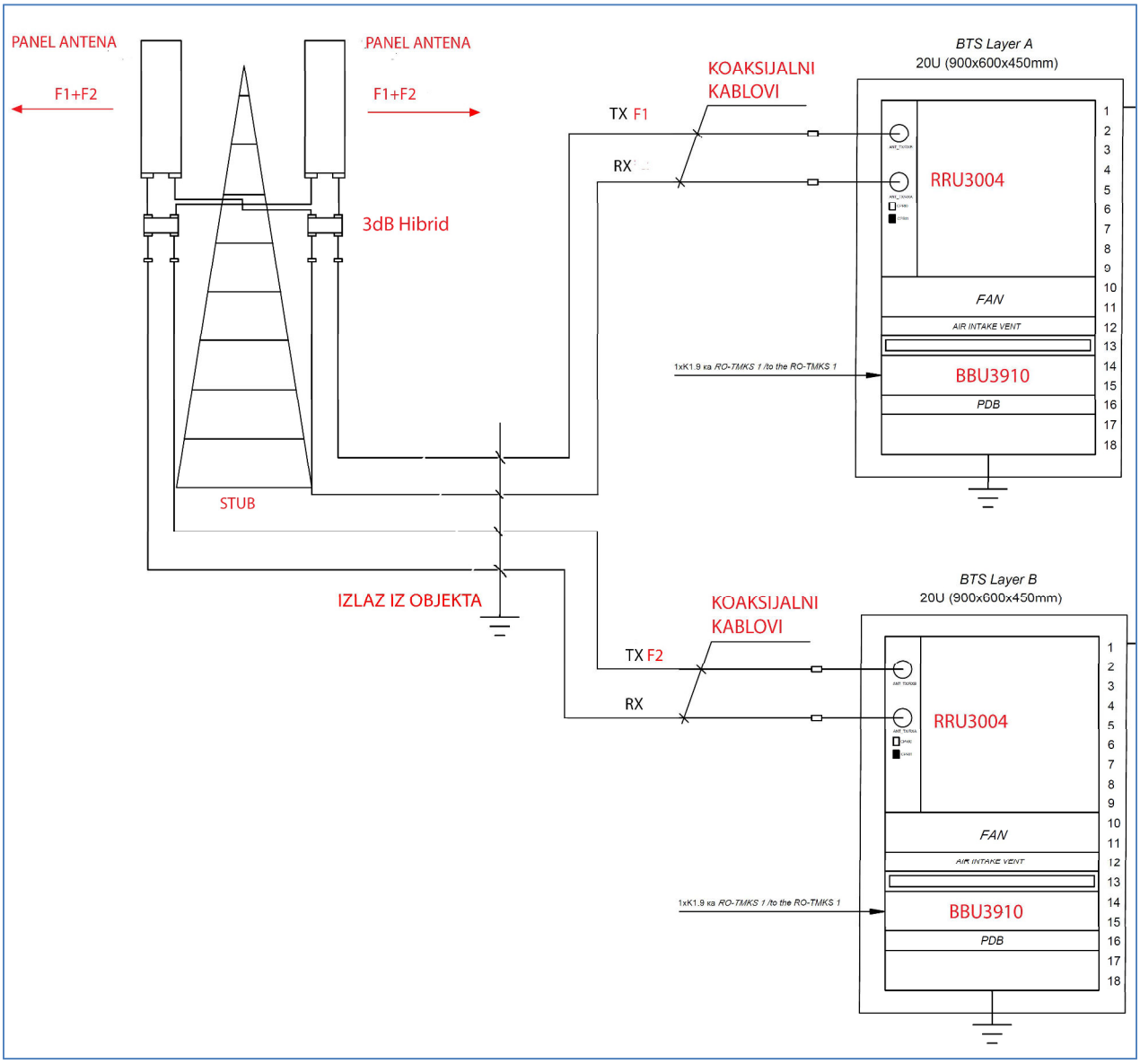
RRU implementira sledeće funkcije:

- Prima odlazne podatke u basebandu od BBU i šalje dolazne podatke u basebandu za komunikaciju između BBU i RRU.
- RX kanal prima RF signale iz antenskog sistema, pretvara primljene signale u IF signale, pojačava IF signale i izvodi analogno-digitalnu (A/D) konverziju. Tx kanal filtrira odlazne signale, izvodi digitalno-analognu (D/A) konverziju i pretvara RF signale naviše u Tx opseg. Multipleksira Rx i Tx signale, što omogućuje da ti signali dele istu putanju do antene. Također filtrira Rx i Tx signale.

BBU3900 je baseband procesorska jedinica. BBU3900 obavlja sledeće funkcije:

- interfejs za komunikaciju između BTS-a i BSC-a.
- CPRI interfejs za komunikaciju između BBU i RFU-ova.
- OM (*Opration and Mainteance*) kanal za rad i održavanje BTS-a.
- Obrađuje uplink i downlink podatke.
- Upravlja celim dual-mode sustavom u smislu OM i obrade signala.
- Omogućuje takt baznoj stanici

Na slici 4 je data shema jedne radio-lokacije sa rasporedom aktivne opreme



Slika 4. Shema tipične radio-lokacije

2.7 Opis instalacije

Raspored antena, pozicija objekta i opreme u njemu dati su na crtežima RT.01 i RT.02. Karakteristike opreme i kablova dati su u nastavku ovog poglavlja. Kao što je već napomenuto kompletna aktivna oprema bazne stanice se smešta u tehnički objekat u dva zasebna 19"Rack-a visine 20U. Na RRU ove se prvo povezuju prelazni ½" jumper kablovi koji se zatim nastavljaju sa koaksijalnim kablovima 7/8" koji se iz prostorije kroz kablovske kanale trasiraju do stuba. Vertikalno uz stub koaksijalni kablovi se hengerišu adekvatnm obujmicama i na

pogodnim mestima se kabl uzemljuje. Pri vrhu stuba se montiraju razdelnici koji obezbeđuju formiranje jedne ćelije sa dve ili tri sektorske antene. Srktorske antene se adekvatnim uzengijama hvataju za cevaste profile pojasa stuba i usmeravaju se prema azimutima definisanim prema planu pokrivanja.
GSM-R bazna stanica stanica je opremljena radio-uređajem RRU tipa Huawei RRU3004.
Radi se o radio kabinetu za spoljašnju montažu u kom su smeštene sve komponente sistema od predajnika, prijemnika, RF pojačavača i filtera. Oprema je modularnog dizajna. Osnovne tehničke karakteristike RRU3004 su:

Dimenzije RRU - 485 mm x 380 mm x 130 mm (H x W x.D)

Potrošnja: 700W na 48VDC

Radni temperaturni opseg i nivo zaštite : -40°C to +50°C IP65

Svaki RRU podržava dva predajnka, maksimalna izlazna snaga: 30 W (GMSK)/20 W (8PSK)

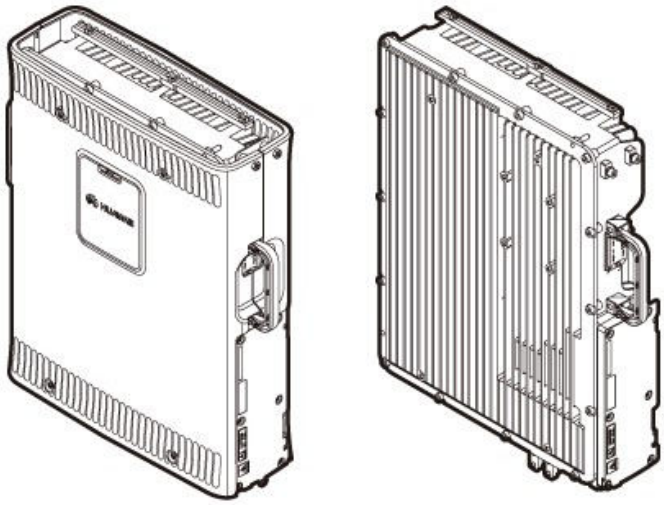
Osetljivost prijemnika: -113dBm / 115.8dBm

Frekventni opseg: RGSM 876 do 915 MHz i 921 do 960 MHz

Interface: Antenski konektori 4.3-10, DC konektori za napajanje, FO konektori

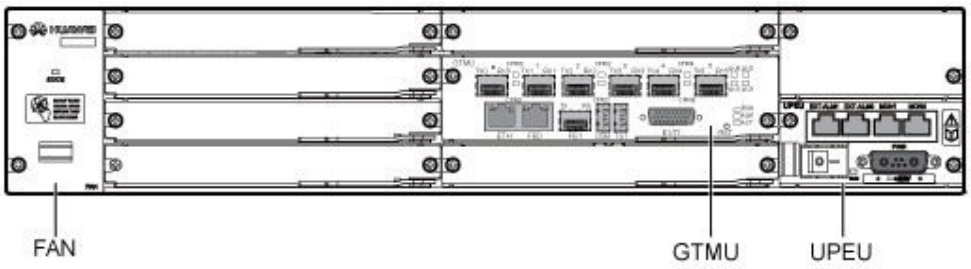
Standardi:

- SRPS EN 301 502 Globalni sistem za mobilne komunikacije (GSM) – Oprema baznih stanica (BS)
- 3GPP TS 45.005
- ETSI EN 300019-1-4 V2.1.2 (2003-04) Class 4.1:
- NEBS GR63 zone4



Slika 5. RRU3004

Huawei *Base Band Unit* – BBU3910 je centralna jedinica bazne stanice.
Uz kompaktnu strukturu kućišta, BBU3910 zauzima prostor širine 19 inča i visine 2 U. Može se postaviti na zid ili u Rack. Također se može ugraditi u ormar postojeće mrežne opreme. Oprema je Inddor tipa ali širokog temperaturnog radnog opsega. Na slici je dat izgled uređaja:



Slika 6. BBU3910

Glavni moduli su

- GTMU: glavna kontrolna kartica
- UBFA: FAN uređaj
- UPEU: napajački modul

Osnovne tehničke karakteristike su date u nastavku.

Napajanje: 48VDC

Težina: <12kg

Disipacija: 350W

Radna temperatura: -20 do +55

Stepen zaštite: IP20

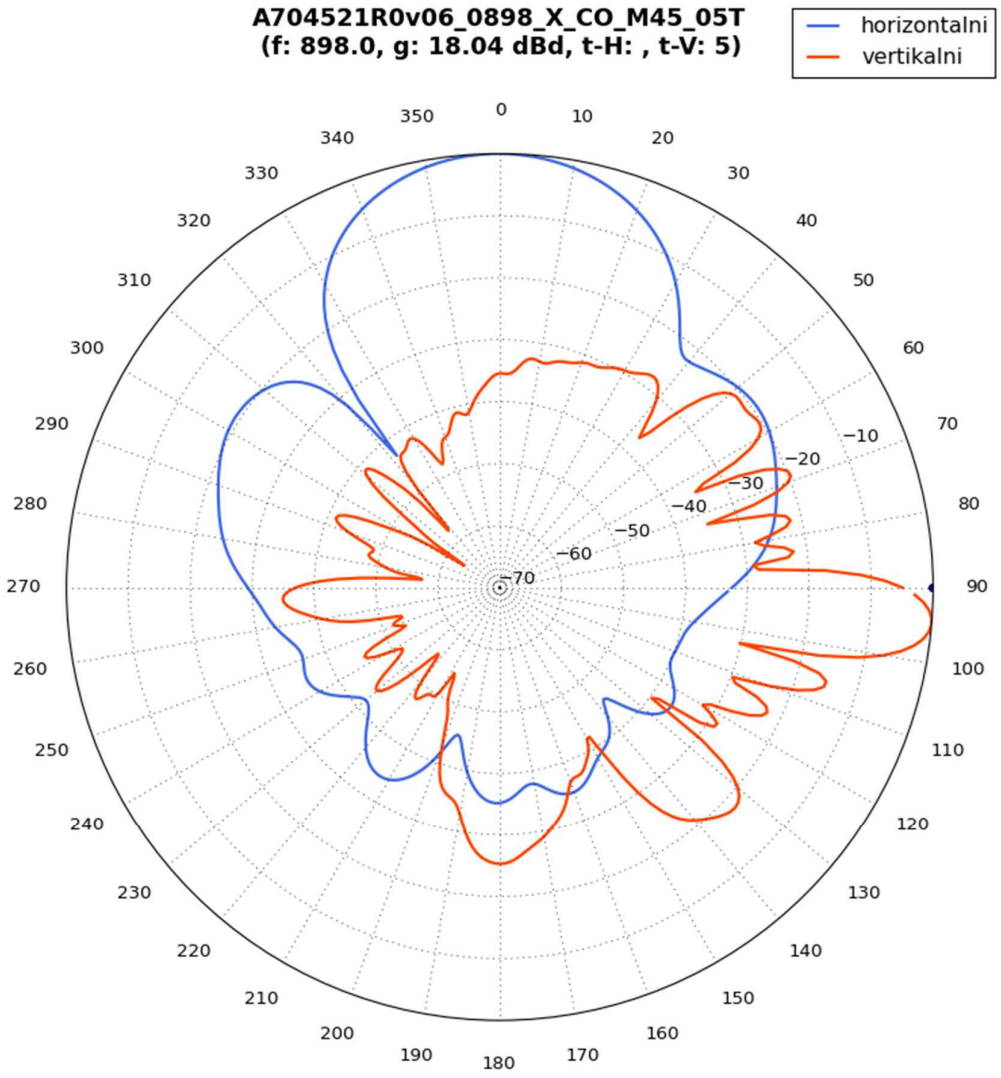
Max udaljenost do RRU: 20km

Dimenzije WxHxD: 86 mm x 442 mm x 310 mm

Antena A704517R0v06

- Tip: usmerena
- Polarizacija: krospolarizovana
- Frequency: 690 – 960 MHz
- Dobitak u GSM-R opsegu: **17.5 dBi**
- Širina snopa V: **7.2°** H**: 65°**
- Max ulazna snaga: 500 W
- Impedansa: 50 Ω
- VSWR : < 1.5
- Dimenzije HxWxd: 2535 x 298 x 149
- Težina: 19 kg
- Konektor: 2x4.3-10

Horizontalni i Vertikalni dijagram zračenja antene



A704517R0v06

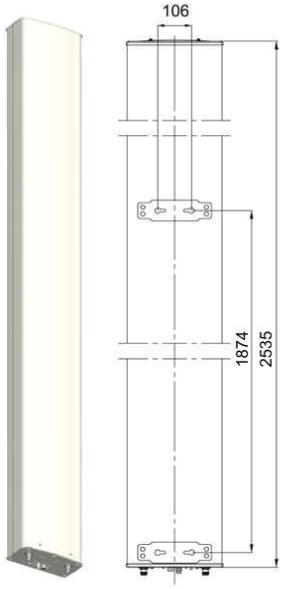
DX-690-960-65-17.5i-M-R
EasyRET Low-Band 2- Port Antenna with 1 Integrated RCU - 2.6m

Antenna Specifications

Electrical Properties					
Frequency range (MHz)		690 - 960			
		690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960
Polarization		+45°, -45°			
Electrical downtilt (°)		0 - 10 , continuously adjustable			
Gain (dBi)	at mid Tilt	16.5	16.7	17.0	17.2
	over all Tilts	16.4 ±0.3	16.6 ±0.4	16.7 ±0.4	16.9 ±0.5
Side lobe suppression for first side lobe above main beam (dB)		> 17	> 18	> 18	> 17
Horizontal 3dB beam width (°)		69 ±1.0	68 ±1.2	67 ±1.2	65 ±2.0
Vertical 3dB beam width (°)		8.7 ±0.6	8.0 ±0.5	7.7 ±0.4	7.2 ±0.5
VSWR		< 1.5			
Cross polar isolation (dB)		≥ 30			
Front to back ratio , ±30° (dB)		> 25	> 26	> 26	> 26
Cross polar ratio (dB)	0°	> 18	> 18	> 18	> 18
Max. power per input (W)		500 (at 50℃ ambient temperature)			
Intermodulation IM3 (dBc)		≤ -153 (2 x 43 dBm carrier)			
Impedance (Ω)		50			
Grounding		DC Ground			

1. Values based on NGMN recommendations on Base Station Antenna Standards (BASTA).
2. Electrical datasheet in XML format is available.

Mechanical Properties	
Antenna dimensions (H x W x D) (mm)	2535 x 298 x 149
Packing dimensions (H x W x D) (mm)	2885 x 365 x 235
Antenna weight (kg)	19.3
Clamps weight (kg)	3.0 (2 units)
Antenna packing weight (kg)	32.3 (Included clamps)
Mast diameter supported (mm)	50 - 115
Radome material	Fiberglass
Radome colour	Light grey
Operational temperature (℃)	-40 .. +65
Wind load (N)	Frontal: 845 (at 150 km/h) Lateral: 380 (at 150 km/h) Maximum: 1130 (at 150 km/h)
Max. operational wind speed (km/h)	200
Survival wind speed (km/h)	250
Connector	2 x 4.3-10 Female
Connector position	Bottom

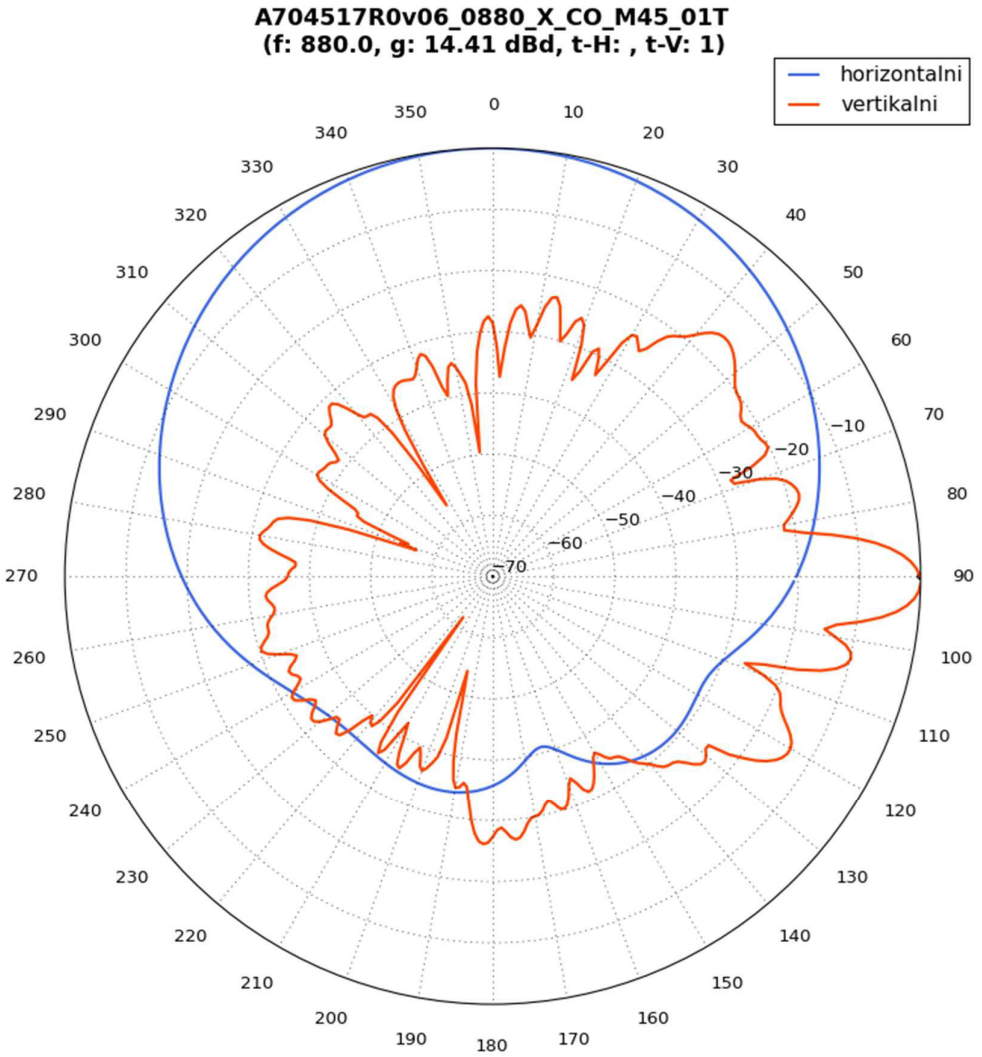


Accessories

Item	Model	Description	Weight	Units per antenna
Downtilt kit	ASMDT0C01	Mechanical downtilt: 0 - 8 °	2.1 kg	1 (Separate packing)

Antena A704521R0v06

- Tip: usmerena
- Polarizacija: krospolarizovana
- Frequency: 690 – 960 MHz
- Dobitak u GSM-R opsegu: **20.5 dBi**
- Širina snopa V: **7.2°** H**: 29°**
- Max ulazna snaga: 500 W
- Impedansa: 50 Ω
- VSWR : < 1.5
- Dimenzije HxWxd: 2580 x 590 x 169
- Težina: 44.8 kg
- Konektor: 2x4.3-10



A704521R0v06

DX-690-960-33-20.5i-M-R

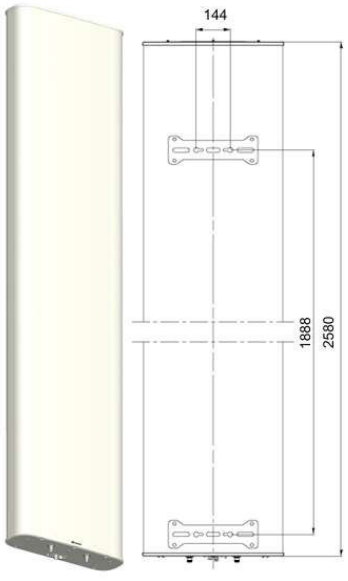
EasyRET Low-Band 2-Port Antenna with 1 Integrated RCU - 2.6m

Antenna Specifications

Electrical Properties					
Frequency range (MHz)		690 - 960			
		690 - 803	790 - 862	824 - 894	880 - 960
Polarization		+45°, -45°			
Electrical downtilt (°)		0 - 10 , continuously adjustable			
Gain (dBi)	at mid Tilt	19.1	19.7	20.0	20.3
	over all Tilts	19.0 ±0.5	19.6 ±0.4	19.9 ±0.5	20.2 ±0.3
Side lobe suppression for first side lobe above main beam (dB)		> 19	> 21	> 21	> 19
Azimuth side lobe suppression(dB)		> 18	> 18	> 19	> 19
Horizontal 3dB beam width (°)		35 ±1.5	32.5 ±1.0	31.5 ±1.5	29 ±1.0
Vertical 3dB beam width (°)		8.8 ±0.5	8.0 ±0.5	7.7 ±0.3	7.2 ±0.5
VSWR		< 1.5			
Cross polar isolation (dB)		≥ 28	≥ 30		
Front to back ratio , ±30°(dB)		> 32	> 35	> 33	> 32
Cross polar ratio (dB)	0°	> 21	> 28	> 26	> 24
Max. power per input (W)		500 (at 50℃ ambient temperature)			
Intermodulation IM3 (dBc)		≤ -153 (2 x 43 dBm carrier)			
Impedance (Ω)		50			
Grounding		DC Ground			

1. Values based on NGMN recommendations on Base Station Antenna Standards (BASTA).
2. Electrical datasheet in XML format is available.

Mechanical Properties	
Antenna dimensions (H x W x D) (mm)	2580 x 590 x 169
Packing dimensions (H x W x D) (mm)	2875 x 740 x 300
Antenna weight (kg)	44.8
Clamps weight (kg)	5.8 (2 units)
Antenna packing weight (kg)	64.2 (Included clamps)
Mast diameter supported (mm)	50 - 115
Radome material	Fiberglass
Radome colour	Light grey
Operational temperature (℃)	-40 .. +65
Wind load (N)	Frontal: 1665 (at 150 km/h) Lateral: 240 (at 150 km/h) Maximum: 1665 (at 150 km/h)
Max. operational wind speed (km/h)	200
Survival wind speed (km/h)	250
Connector	2 x 4.3-10 Female
Connector position	Bottom



Accessories

Item	Model	Description	Weight	Units per antenna
Downtilt kit	ASMDT0F01	Mechanical downtilt: 0 - 8 °	3.1 kg	1 (Separate packing)

ANTENSKI KABLOVI

Glavni koaksijalni kabl na trasi između radio opreme i antena predviđeni je kabl tip LCF 78-50J a prelazni kablovi su tipa LCF 12-50J ili slični. U tabeli su date osnovne karakteristike:

Tip kabla		**CELLFLEX LCF12-50J**
Proizvođač		RFS
Vrsta kabla		koaksijalni
Oklop		polietilen
Spoljašnji provodnik		bakar
Dielektrik		polietilenska pena
Unutrašnji provodnik		bakar
Prečnik (uključujući dielektrik)		21.5mm
Najviša radna frekvencija MHz		8800MHz
Podužno slabljenje na frekvenciji:	300MHz	4.25 dB/100m
	450MHz	4.77 dB/100m
	900MHz	11.2 dB/100m
Najmanji poluprečnik višestrukog savijanja		125mm
Najmanji poluprečnik jednostrukog savijanja		70mm
Impedansa		50Ω

Tip kabla		**CELLFLEX LCF78-50J**
Proizvođač		RFS
Vrsta kabla		koaksijalni
Oklop		polietilen
Spoljašnji provodnik		bakar
Dielektrik		polietilenska pena
Unutrašnji provodnik		bakar
Prečnik (uključujući dielektrik)		27.8mm
Operativna temperature ^{o}C		-50 to 85
Podužno slabljenje na frekvenciji:	100MHz	1.13 dB/100m
	200MHz	1.62 dB/100m
	900MHz	4.03 dB/100m
Najmanji poluprečnik višestrukog savijanja		250mm
Najmanji poluprečnik jednostrukog savijanja		120mm
Impedansa		50Ω

Prenaponska zaštita

Na svakom antenskom kablu, neposredno po uvodu antenskog kabla u prostoriju predvideti prenaponsku zaštitu. Predložen Tip zaštite je OVP SPINNER BN 95 08 80 + BN A7 13 13, *type I*. ili slično. Karakteristike su: Frekvencijski opseg: do 2500MHz

Impedansa:50Ω / Konektor: N

Slabljenje < 0.2 dB

Impulsno pražnjenje: 25 kA

Max ulazna snaga < 3000W

3.0 Propagacioni model i karte pokrivanja

3.1. Metoda proračuna zone pokrivanja

Kao rezultat složenih zakonitosti prostiranja radio-talasa u blizini Zemljine površine i promene uslova prostiranja u vremenu, intenzitet električnog polja na mestu prijema varira i u toku vremena i od mesta do mesta u zonama u kojima se ono posmatra. Ove promene je praktično nemoguće predvideti samo na osnovu fizičkih zakona prostiranja, već je jedino moguće, na osnovu velikog broja merenja i odgovarajuće statističke obrade, ocenjivati u statističkom smislu verovatnoću pojave određenog nivoa prijemnog polja. Intenzitet električnog polja kod radio-veza zavisi od dve slučajne promenljive. To su vreme posmatranja (prijema) i lokacija prijemnika. Te dve promenljive su nezavisne jedna od druge. Između njih nema korelacije i stoga se one u statističkom smislu mogu posmatrati odvojeno. Statistička analiza izmerenih rezultata u praksi je pokazala da se raspodele verovatnoće amplituda električnog polja ponašaju u skladu sa jednom od dve funkcije raspodele:

- *Rayleigh*-eva raspodela, odnosno *Rice*-ova raspodela;
- Log-normalna raspodela.

Rayleigh-eva raspodela se javlja kad se posmatraju varijacije polja u maloj zoni oko tačke posmatranja, tipično u zoni nekoliko talasnih dužina. Za ovaj slučaj je karakteristično da se pojavljuje veliki broj reflektovanih radio-talasa približno iste snage, tako da je ukupno polje jednako zbiru većeg broja slučajnih komponenti. *Rayleigh*-eva raspodela je poseban slučaj opštije *Rice*-ove raspodele koju karakteriše prisustvo jake determinističke direktne komponente električnog polja. Isto tako se *Rayleigh*-eva raspodela može posmatrati i kao specijalan slučaj *Nakagami* raspodele koja se u pojedinim uslovima može smatrati ekvivalentna *Rice*-ovoj raspodeli.

Kao i u mnogim drugim statističkim posmatranjima, tako se i pri posmatranju električnog polja javlja normalna, Gauss-ova, raspodela, ali u formi u kojoj je slučajna promenljiva nivo polja izražen u decibelima. Kao uzorci se pri tome posmatraju, ne trenutne vrednosti, već usrednjene medijane intenziteta polja, izražene u decibelima, koje su određene u kraćim vremenskim intervalima, odnosno u malim zonama u prostoru, i predstavljaju usrednjene medijane Rayleigh-eve raspodele u mikrolokacijama, a sve ove medijane zajedno predstavljaju skup okarakterisan normalnom raspodelom za nivo polja, odnosno tzv. log-normalnom raspodelom za usrednjeni intenzitet polja u mikrolokacijama. Pri analizi zone pokrivanja određenog predajnika potrebno je odrediti deo geografskog područja (površine) unutar koga postoji dovoljan intenzitet polja kako bi se obezbedio prijem signala određenog kvaliteta. Pošto se polje u vremenu i prostoru menja, zahteva se da potreban kvalitet prijemljenog signala bude obezbeđen unutar zone pokrivanja u **najmanje L% lokacija i u toku T% vremena.** Da bi se sproveo proračun nivoa polja na određenoj udaljenosti od predajnika, odnosno da bi se odredio domet za zahtevani nivo polja potrebno je definisati prirodu slabljenja, odnosno model slabljenja u prostoru između predajnika i prijemnika.

Kao najpogodniji referentni model za proračun slabljenja na trasi uzet je model Okumura-Hata uz sledeće pretpostavke navedene u nastavku teksta.

I. Za potrebe ovog projekta uzete su sledeće pretpostavke za dizajn: prijemna antena kabinskog radija je na visini od 4 m od pruge, nivo pokrivenosti radio-signala u kabini će ustvari biti nivo na nivou antene na vrhu voza i treba da iznosi najmanje -95 dBm na mestima stanica i duž rute. Verovatnoća područja pokrivenosti treba da bude 95%. Signal na ulasku u prijemnik kabinskog radija će se umanjiti za slabljenje na kablu od prijemnika do antene.
Za ručne stanice (*handheld*), na visini 1.5m koje koristi pružno osoblje nivo signala mora biti najmanje -98 dBm. Verovatnoća područja pokrivenosti treba da bude 95%.
Stvarne razine Rx unutar voza, na priključku antenskog ulaza radija u kabini, biće do 1.5 dB manje od vrednosti očitanih na anteni na vrhu voza (4 m iznad pruge). To je zbog gubitka u kablu između antene i radija u kabini.

II. Mobilne stanice. Za razliku od javnih GSM mreža, u GSM-R mrežama postoje različite vrste terminala:

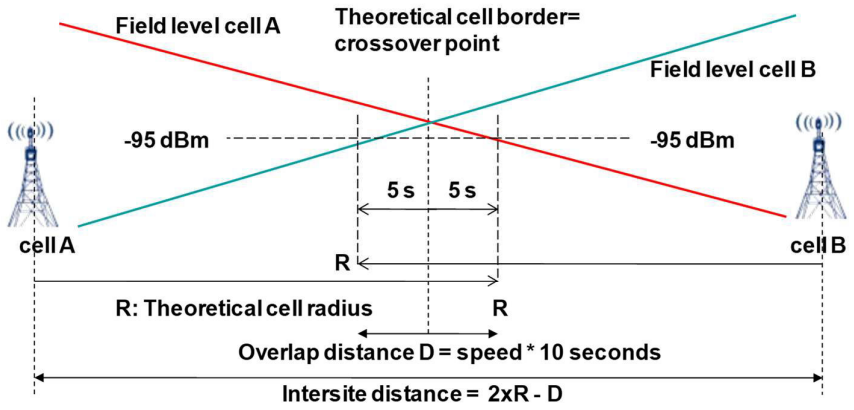
• GPH (General Purpose Handhealds) - uređaj opšte namene, predajne snage 2W (33dBm)
• OPH (Operational Purpose Handhelds) - uređaji za operativne svrhe, predajne snage 2W (33dBm)
• Radio u kabini 8 W (39 dBm)
Iako je doista "mobilna stanica" u GSM smislu reči, radio u kabini je fiksni deo opreme pričvršćen na pult mašinovođe u lokomotivi.

III. Margina za Feding

Kako bi se uzelo u obzir Rayleigh fading, margina je inkorporirana u proračunu veze kako bi se osiguralo da je EIRENE željeni nivo downlink signala dostignuta s verovatnoćom od 95% u intervalima od 100 metara. Ovaj zahtev znači da se ta verovatnoća takođe mora postići na rubu ćelije, gde je signal najslabiji.

IV. Preklapanje ćelija

Uzimajući u obzir sledeće razloge:
• mobilni uređaji se brzo kreću (do 200 km/h)
• postupak prelaska u drugu ćeliju i hand-over nisu trenutni, preporuka je da pokrivenost i dalje bude odgovarajuća (>-95 dBm) bar 5 sekundi nakon što je mobilni uređaj prešao granicu. Ovo pravilo dovodi do "preklapajuće zone", neku vrstu tampon zone koja postoji između 2 ćelije.
Ova zona se proteže u oba smera jer vozovi i putuju u oba smera, kao što je objašnjeno na slici ispod:



Speed (km/h)	0	160	200	240	300	360	450
Speed (m/s)	0	44	56	67	83	100	125
Overlap (m)	0	440	560	670	830	1000	1250

Slika 7:Preklapajuća zona

D = 2 * (5 sekundi) * Maksimalna brzina (m/s): D = 2 * 5 * 200/3,6 = 560 metara.
Udaljenost između lokacija se stoga smanjuje prema sledećoj formuli: Inter-site = 2 * radijus ćelije – D;
Kao što je već rečeno, model propagacije koji je korišćen za proračun zone pokrivanja je Okumura – Hata a zbog velike raznolikosti propagacionih karaktera za različite scenarije. Na trasi imamo ruralne, otvorene i ravne zone i imamo naselja prigradskog karaktera. Proračuni su sprovedeni u dva scenarija na otvorenom. Prema navedenom modelu, za ruralne otvorene prostore i suburbane prostore, medijana slabljenja na trasi je definisana izrazom:

$$L_{OPen} = L_{urban} - 4.78\log_{10}(f)^2 + 18.33\log_{10}(f) - 40.94$$

gde je L_{urban} :

$$L_{urban} = 69.55 + 26.16\log_{10}(f) - 13.82\log_{10}(ht_{eff}) - a(hrx) + [44.9 - 6.55\log_{10}(ht_{eff})] * \log_{10}(d)$$

gde je a (hrx):

$$a(hrx) = [1.1\log_{10}(f) - 0.7]\,hrx - [1.56\log_{10}(f) - 0.8]$$

Za sub-urbane prostore koristi se izraz:

$$L_{SUBurban} = L_{urban} - 2[\log_{10}(f/28)^2] - 5.4$$

gde su:

f - Frekvencija kanala [Mhz]

d - dužina trase [km]

ht_{eff} - efektivna visina predajne antene [m], zbog ravnog terena i kratke trase usvaja se stvarna visina antene.
hrx - visina prijemne antene [m]

Sledeće tablice daju rezultate proračuna veze za prijemnik - radio u lokomotivi i ručni uređaj handset u dva scenarija na otvorenom (prigradski-suburbani i ruralni) koji se mogu sresti duž železničke pruge Srbija-Mađarska.

Proračun za kabinski radio:

БУЏЕТ ЛИНКА / *LINK BUDGET - CAB RADIO*		
Uplink/Downlink	UL	
Фреквенцијски опсег / *Frequency Band* [M	900	
Пропагациони модел / *Propagation Model*	*Okumura-Hata*	
Предајна страна - *Transmiting side*		
h_*MS* [m]	4	
EIRP_MS [dBm]		
P_*MSmax* [dBm]	39	
L_*Msfeeder(train)* [dB]	0.9	
G_*MSant* [dBi]	0	
EIRP_*MS* [dBm]	**38.1**	
Маргине - M_uk [dB] - *Margins*		
M_*fading* [dB]	12	
M_*ing* [dB]	9	
M_uk [dB]	**21**	
Пријемна страна - *Receiving side*		
G_*BTSant* [dBi]	20	
G_*BTSdiv* [dB]	3	
L_*BTSext.comb* [dB]	3.5	
L_*BTSfeeder* [dB]	5.2	
L_*BTScomb* [dB]	0	
n_*BTSsense* [dBm]	-113	
L_*Pmax* [dB]	**144.4**	
Морфологија / *Morfology*	субурбано подручје / *subrural area*	рурално подручје / *rural area*
d [km]	**8.45**	**13.38**

БУЏЕТ ЛИНКА / *LINK BUDGET - CAB RADIO*		
Uplink/Downlink	DL	
Фреквенцијски опсег / *Frequency Band* [M	900	
Пропагациони модел / *Propagation Model*	*Okumura-Hata*	
Предајна страна - *Transmiting side*		
h_*BTS* [m]	31	
EIRP_BTS [dBm]		
P_*BTSmax* [dBm]	44.8	
L_*BTScomb* [dB]	0	
L_*BTSfeeder* [dB]	5.2	
L_*BTSext.comb* [dB]	3.5	
L_*dual.pol* [dB]	1	
G_*BTSant* [dBi]	20	
EIRP_*BTS* [dBm]	**55.1**	
Маргине - M_uk [dB] - *Margins*		
M_*fagding* [dB]	12	
M_*ing* [dB]	0	
M_uk [dB]	**12**	
Пријемна страна - *Receiving side*		
G_*MSant* [dBi]	0	
L_*MSfeeder* [dB]	0	
n_*MSsnes* [dBm]	-104	
n_*DLminReqRxLev* [dBm]	-95	
L_*Pmax* [dB]	**138.1**	
Морфологија / *Morfology*	субурбано подручје / *subrural area*	рурално подручје / *rural area*
d [km]	**5.59**	**8.85**

Tabela: Link Budget Calculation for Cab Radio

Kao rezultat prethodne metodologije, rezultat proračuna scenarija na otvorenom je sledeći. Kada je morfologija prigradska, najveća teoretska međusobna udaljenost između RBS lokacija je 5.59 x 2 – 0.56= 10.6 km.

Kada je morfologija ruralna, najveća teoretska udaljenost između RBS lokacija je 8.85 x 2 - 0.56 = 17.1 km.

Proračun je urađen i uz još neke dodatne pretpostavke:

- Slow Fading Margin (dB): postavljamo na 11.5dB
- Osetljivost prijemnika (dBm): Parametar je postavljen na -112,5 dBm za BTS, -104 dBm za radio u kabini i -102 dBm za handset.
- Slabljenje spoljašnjeg kombajnera (dB): GSM-R sistem obično koristi razdelnik snage za deljenje istog signala s jedne bazne stanice na dve različite antene. Standardni gubitak kombinera/razdelnika je 3.5dB.
- X polarizacioni Diversiti gain - 3dB.

• DL minimalna potreban Rx nivo (dBm): Ovaj parametar je postavljen prema zahtevima pokrivenosti projekta (zahtjev EIRENE u trenutnom projektu). Razlikuje se između radija u kabini i handseta.
• Body Loss za handset: 3dB.

Rezultati primera proračuna za Handset u tabeli ispod:

БУЏЕТ ЛИНКА / *LINK BUDGET - HANDSET*		
Uplink/Downlink	**UL**	
Фреквенцијски опсег / *Frequency Band* [M	900	
Пропагациони модел / *Propagation Model*	*Okumura-Hata*	
Предајна страна - *Transmiting side*		
h_*MS* [m]	1.5	
EIRP_MS [dBm]		
P_*MSmax* [dBm]	33	
L_*MSfeeder* [dB]	0	
G_*MSant* [dBi]	0	
EIRP_*MS* [dBm]	**33**	
L*body* [dB]	**3**	
Маргине - M_uk [dB] - *Margins*		
M_*fading* [dB]	12	
M_*ing* [dB]	4	
M_uk [dB]	**16**	
Пријемна страна - *Receiving side*		
G_*BTSant* [dBi]	20	
G_*BTSdiv* [dB]	3	
L_*BTSext.comb* [dB]	3.5	
L_*BTSfeeder* [dB]	5.2	
L_*BTScomb* [dB]	0	
n_*BTSsense* [dBm]	-113	
L_*Pmax* [dB]	**141.3**	
Морфологија / *Morfology*	субурбано подручје / *subrural*	рурално подручје / *rural area*
d [km]	**4.54**	**7.19**

БУЏЕТ ЛИНКА / *LINK BUDGET - HANDSET*		
Uplink/Downlink	**DL**	
Фреквенцијски опсег / *Frequency Band* [M	900	
Пропагациони модел / *Propagation Model*	*Okumura-Hata*	
Предајна страна - *Transmiting side*		
h_*BTS* [m]	90	
EIRP_BTS [dBm]		
P_*BTSmax* [dBm]	44.8	
L_*BTScomb* [dB]	0	
L_*BTSfeeder* [dB]	5.2	
L_*BTSext.comb* [dB]	3.5	
L_*dual.pol* [dB]	1	
G_*BTSant* [dBi]	20	
EIRP_*BTS* [dBm]	**55.1**	
Маргине - M_uk [dB] - *Margins*		
M_*fading* [dB]	12	
M_*ing* [dB]	0	
M_uk [dB]	**12**	
L*body* [dB]	**3**	
Пријемна страна - *Receiving side*		
G_*MSant* [dBi]	0	
L_*MSfeeder* [dB]	0	
n_*MSsnes* [dBm]	-102	
n_*DLminReqRxLev* [dBm]	-98	
L_*Pmax* [dB]	**138.1**	
Морфологија / *Morfology*	субурбано подручје / *subrural area*	рурално подручје / *rural area*
d [km]	**3.68**	**5.83**

Tabela: Link Budget Calculation for Handset

Tip terminala: Proračun veze za radio u kabini lokomotive i handset u proračunu GSM-R veze. Razlika je u snazi predajnika terminala i minimalnom nivou potrebnom za downlink. Maksimalna snaga emitovanja i minimalan prijemni nivo definisan je u tabeli ispod a postavljen je prema zahtevima projekta.

Item	Cab radio (8W)	Handset (2W)
Max. TX Power(MS/TOC) (dBm)	39	33
DL Min Required Rx Level (dBm)	-95	-98

Odabir opreme: Ovde je izbor tipa BTS-a. Huawei paleta baznih stanica za GSM-R ima dve vrste BTS-a, makro BTS i distribuirani BTS. Među različitim vrstama TRX imamo i odgovarajuće različite maksimalne snagame emitovanja, kako sledi u tabeli:

Equipment	TRX mode	Max. TX Power(MS/TOC) (dBm)
BTS RFU	R&ER Frequency range	46
	E Frequency range	46
	R&ER Frequency range (High power)	47.8
DBS RRU	Not combiner	44.8
	Combiner	41.8
	PBT	46

Kao što je već napomenuto ranije odabrana stanica je Distribuirana, bez unutrašnjeg kombajnera sa izlaznom snagom 44.8dBm što odgovara 30W. **Slabljenje na 3dB Hibrid kombajneru i na trasi od 60m kabla 7/8" uključujući i prelazne kablove i konektorske spojeve je sveukupno 8.7dB.**

Softverska analiza

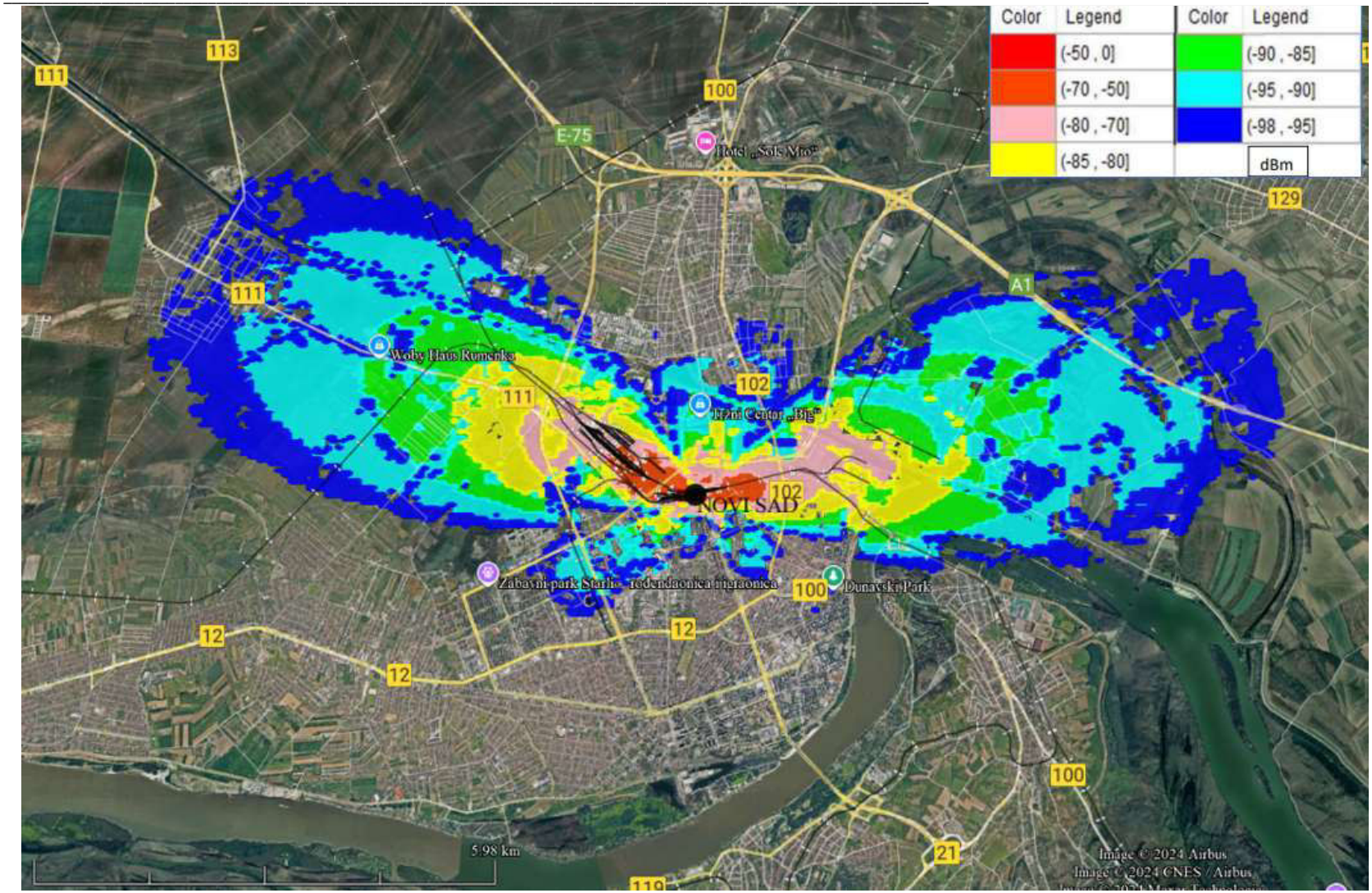
Predikcija pokrivenosti izvodena je Huaweijevim RF alatom za planiranje GENEX U-Net.
Za utvrđivanje predikcije pokrivenosti, pretpostavke RF planiranja i referenca udaljenosti mesta koriste se kao početni inputi postavki. Zajedno s digitalnom kartom koja pruža bogate i precizne geografske podatke, RF alat za planiranje obrađuje ulazne podatke za proračun gubitaka propagacije. Predikcija pokrivenosti se zatim predstavlja u grafičkom obliku.

U tabeli koja sledi date su glavne karakteristike sistema koje su korišćene u proračunu, geografske koordinate lokacija, izlazne snage, usmerenost, tilt, broj i karakteristika sektorskih antena kao i visina montaže antena.

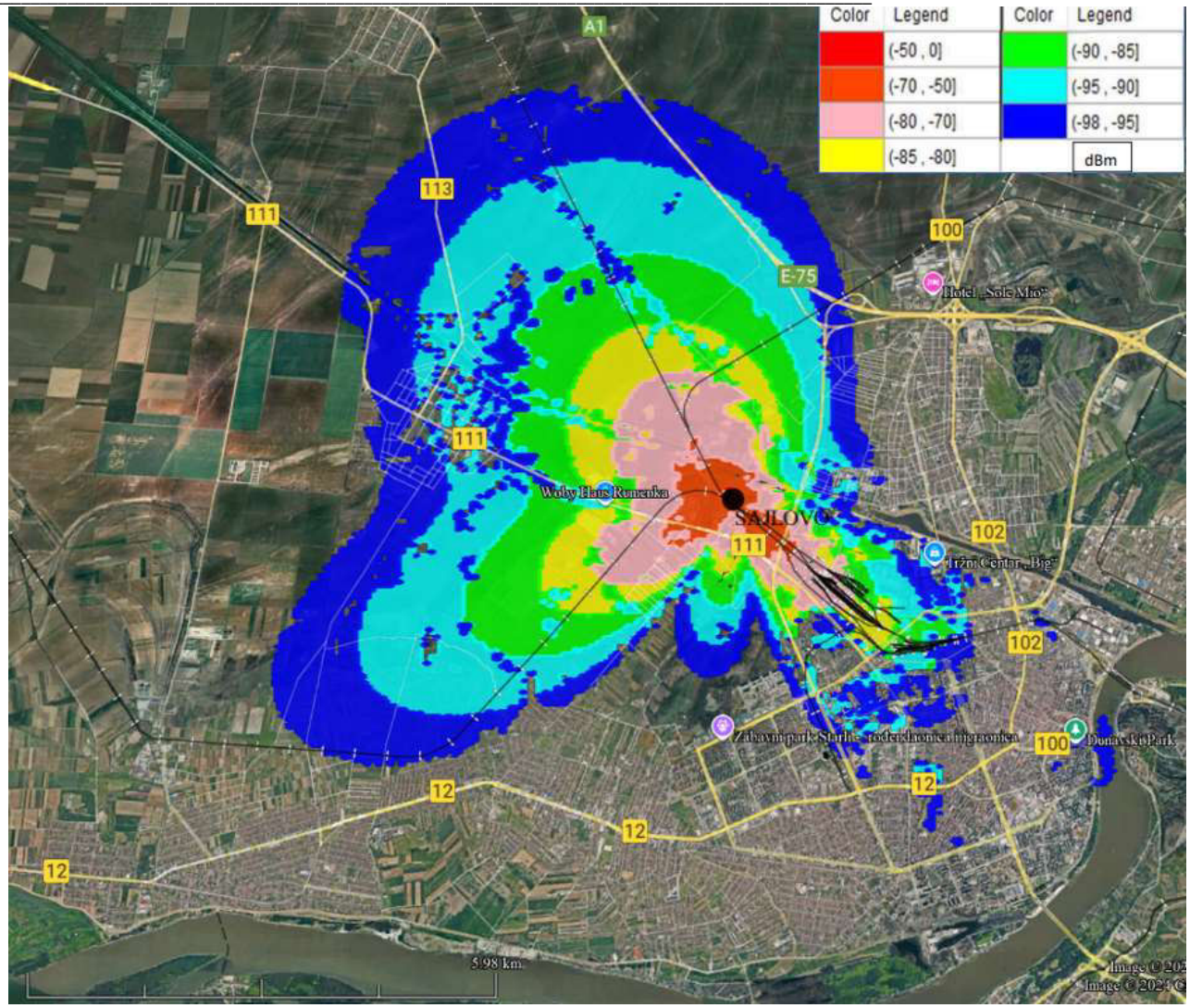
Kao rezultat proračuna uz sve prethodno navedene pretpostavke, na slikama koje slede date su karte pokrivanja celokupne deonice Novi Sad – Kelebija za svaku stanicu posebno, za ručni uređaj (handset) na 1.5m visine.

Site name	Longitude	Latitude	Equipment Type	Power output (dBm)	Antenna High (m)	Tip Antene	GAIN (dBi)	Azimuth (°)	Downtilt	
									Mehanical	Electrical
Novi Sad	19° 49' 42"	45° 15' 54"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	78	2	0
						A704521R0v06	20.5	297	2	0
Sajlovo	19° 47' 36"	45° 16' 59"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	133	2	0
						A704521R0v06	20.5	247	2	0
						A704517R0v06	17.5	321	2	0
Rumenka	19° 46' 16"	45° 18' 32"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704517R0v06	17.5	115	2	0
						A704521R0v06	20.5	147	2	0
						A704517R0v06	17.5	335	2	0
Kisač	19° 44' 0"	45° 21' 35"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	156	2	0
						A704521R0v06	20.5	339	2	0
Stepanovićevo	19°42'05"	45°24'54"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	157	2	0
						A704521R0v06	20.5	336	2	0
Zmajevo	19°40'27"	45°27'35"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	159	2	0
						A704521R0v06	20.5	343	2	0
Bačko Dobro Polje	19°39'09"	45°30'27"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	164	2	0
						A704521R0v06	20.5	341	2	0
Vrbas Nova	19°37'43"	45°33'19"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	161	2	0
						A704521R0v06	20.5	345	2	0
Vrbas Vinogradska	19°37'03"	45°35'45"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	18	2	0
						A704521R0v06	20.5	162	2	0
						A704521R0v06	20.5	194	2	0
Vrbas Atar	19°38'28"	45°38'16"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	8	2	0
						A704521R0v06	20.5	195	2	0
Lovćenac	19°39'03"	45°41'32"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	0	2	0
						A704521R0v06	20.5	185	2	0
Mali Iđoš Polje	19°38'55"	45°44'52"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	0	2	0
						A704521R0v06	20.5	179	2	0
Bačka Topola	19°38'58"	45°49'07"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	8	2	0
						A704521R0v06	20.5	183	2	0
Mali Beograd	19°39'32"	45°52'41 "	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	9	2	0
						A704521R0v06	20.5	188	2	0
Žednik	19°40'08"	45°56'21"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	6	2	0
						A704521R0v06	20.5	187	2	0
Verušić	19°40'31 "	45°59'09"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	7	2	0
						A704521R0v06	20.5	187	2	0
Naumovićevo	19°40'51"	46° 01'23"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	11	2	0
						A704521R0v06	20.5	188	2	0
Aleksandrovo	19°42'06"	46°04'00"	DBS3900_GSM	44.78	33	A704521R0v06	20.5	208	2	0
						A704517R0v06	17.5	280	2	0
						A704521R0v06	20.5	343	2	0
Subotica	19°40'20"	46°05'58"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704517R0v06	17.5	95	1	0
						A704517R0v06	17.5	145	1	0
						A704521R0v06	20.5	345	2	0
Zorka	19°39'37"	46°07'35"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	161	2	0
						A704521R0v06	20.5	236	2	0
						A704521R0v06	20.5	337	2	0
Kelebija	19°38'01"	46°10'02"	DBS3900_GSM	44.78	39	A704521R0v06	20.5	155	2	0
						A704521R0v06	20.5	329	6	0

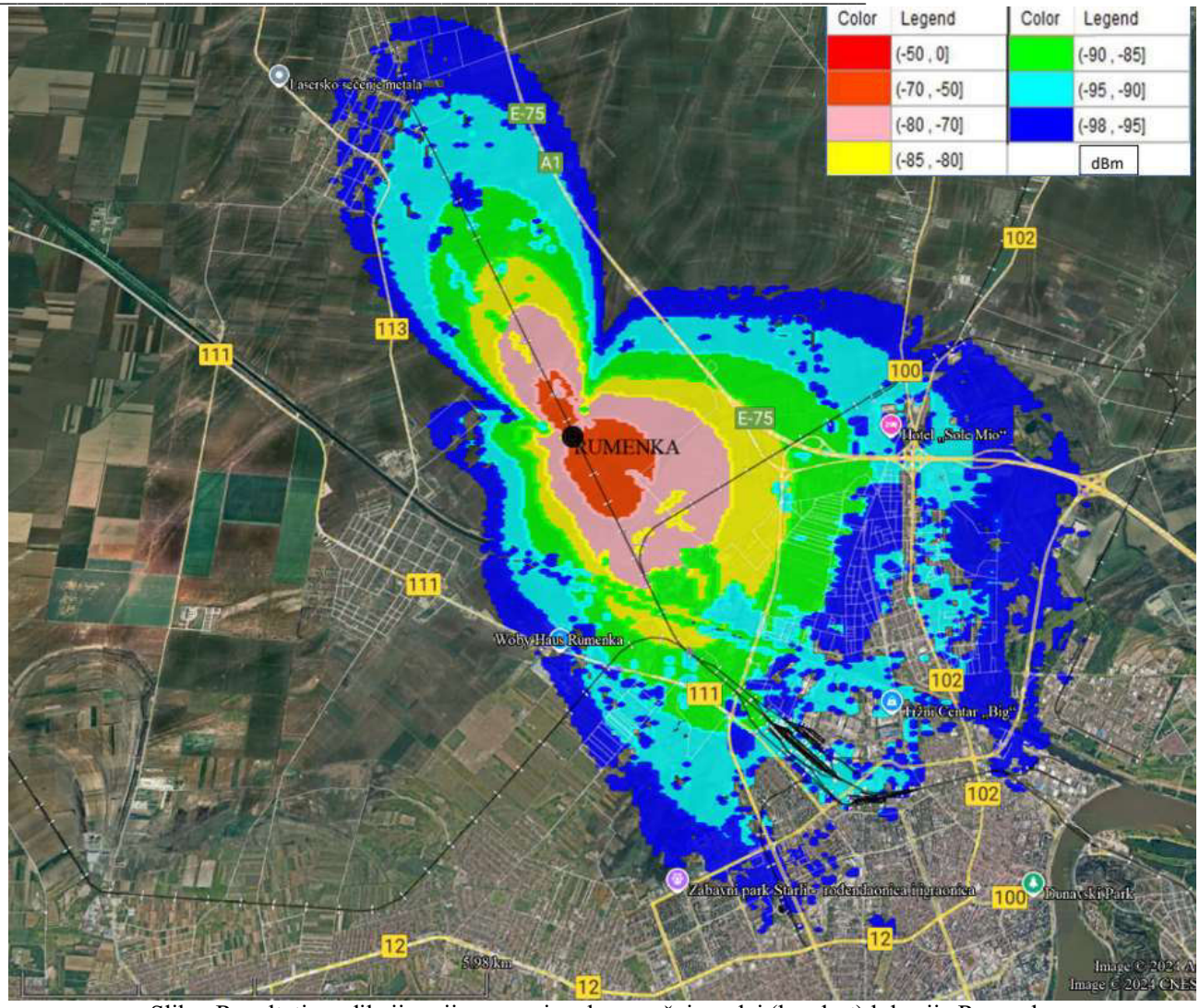
Tabela: podaci o opremi na lokacijama



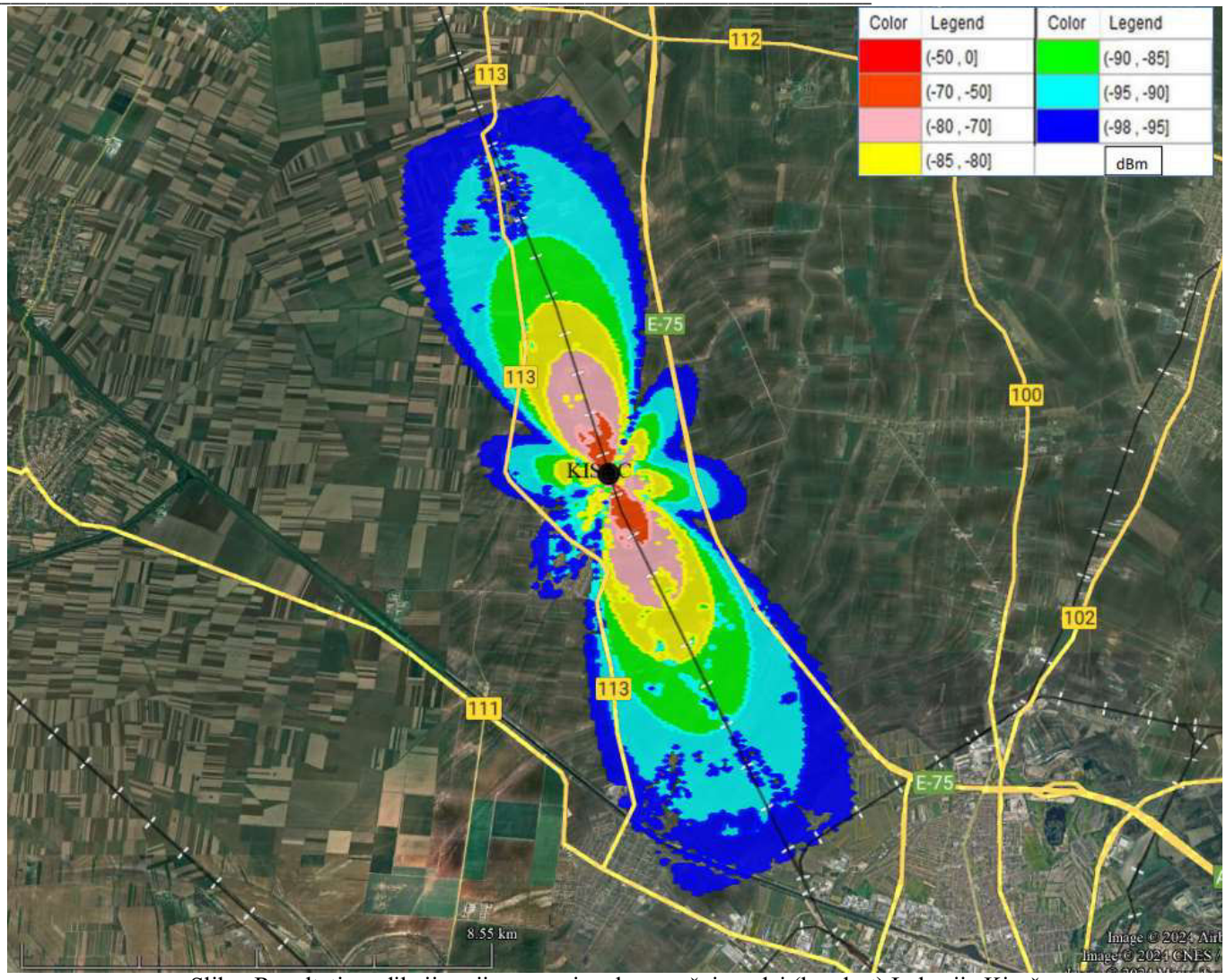
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Novi Sad



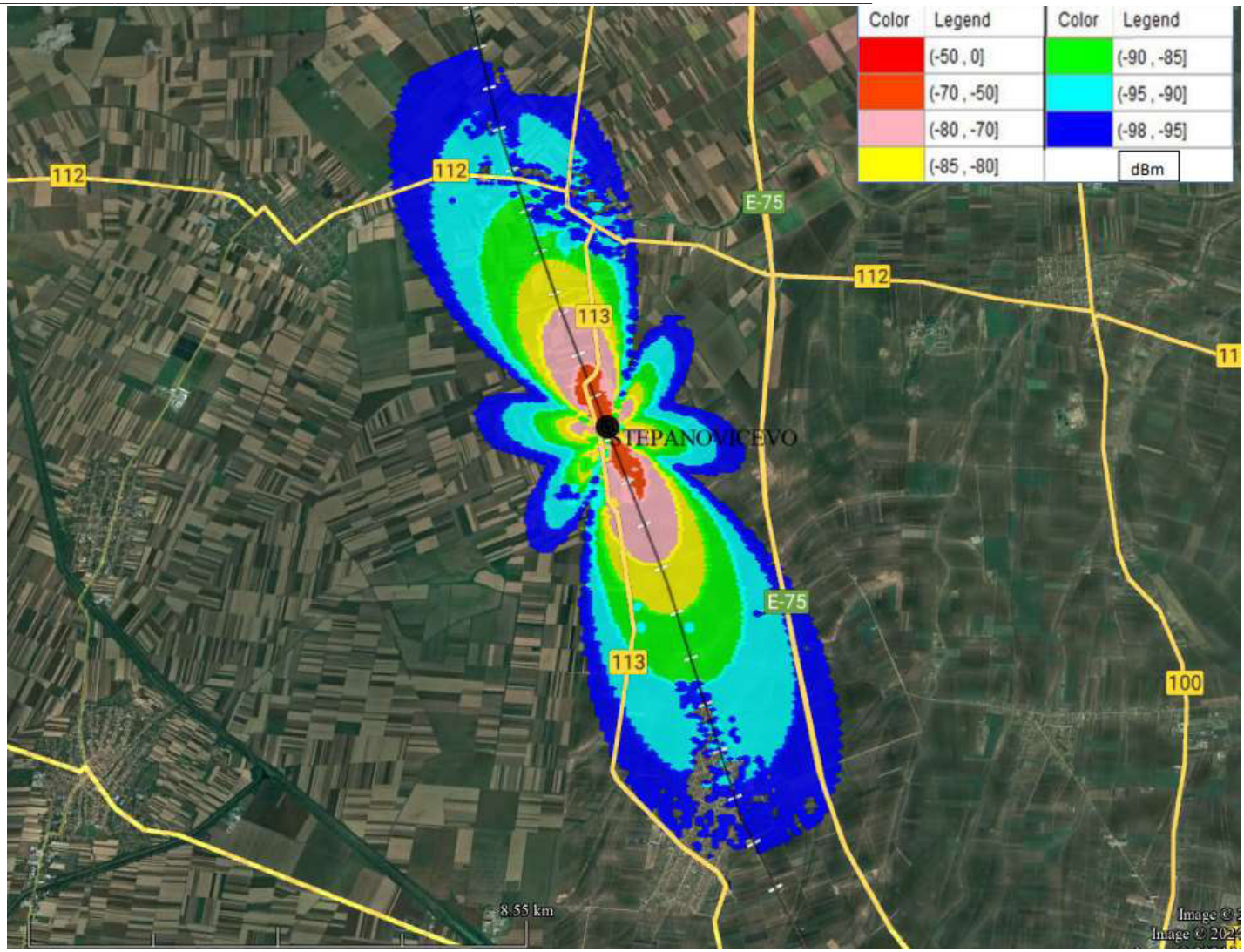
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) lokacija Sajlovo



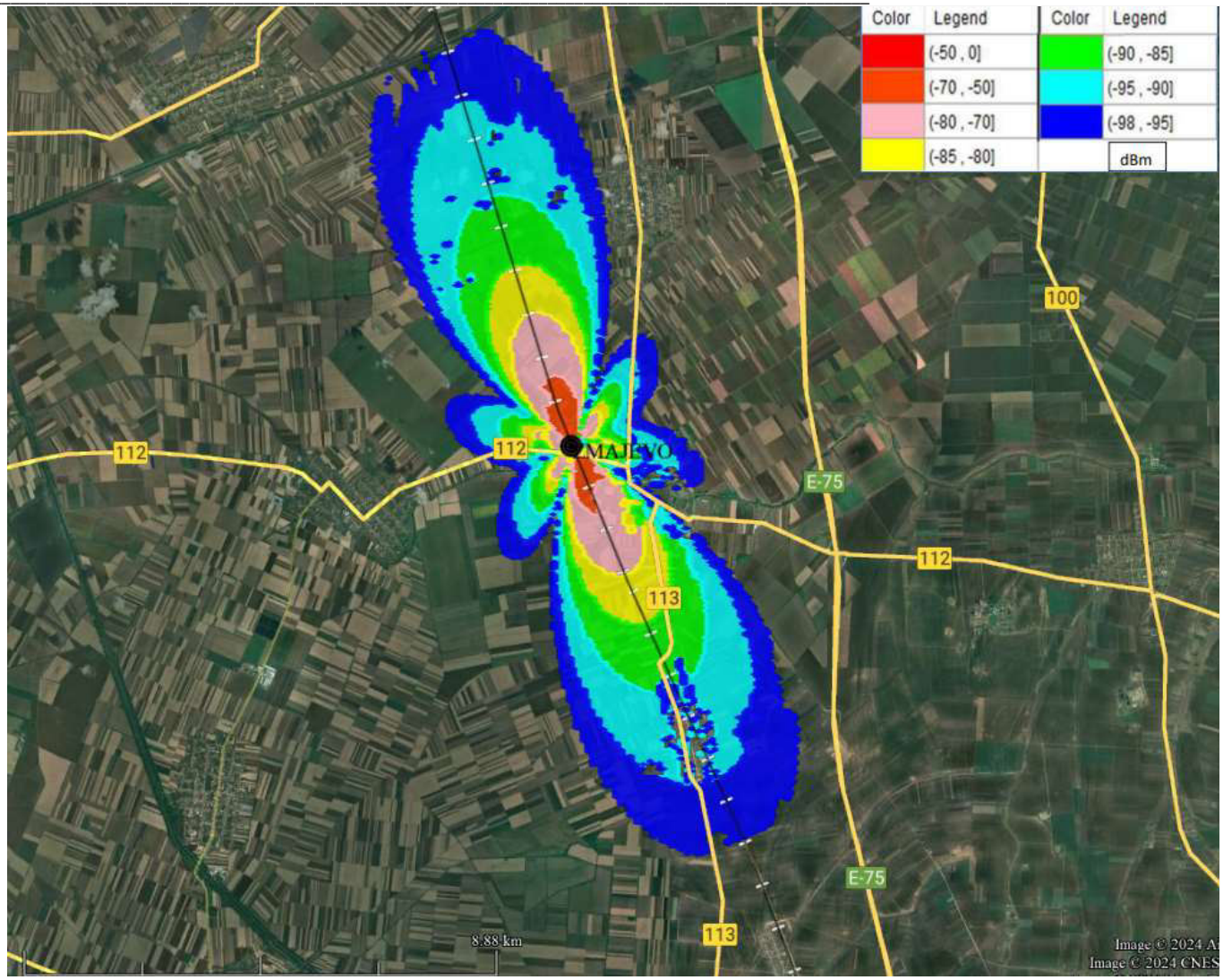
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) lokacija Rumenka



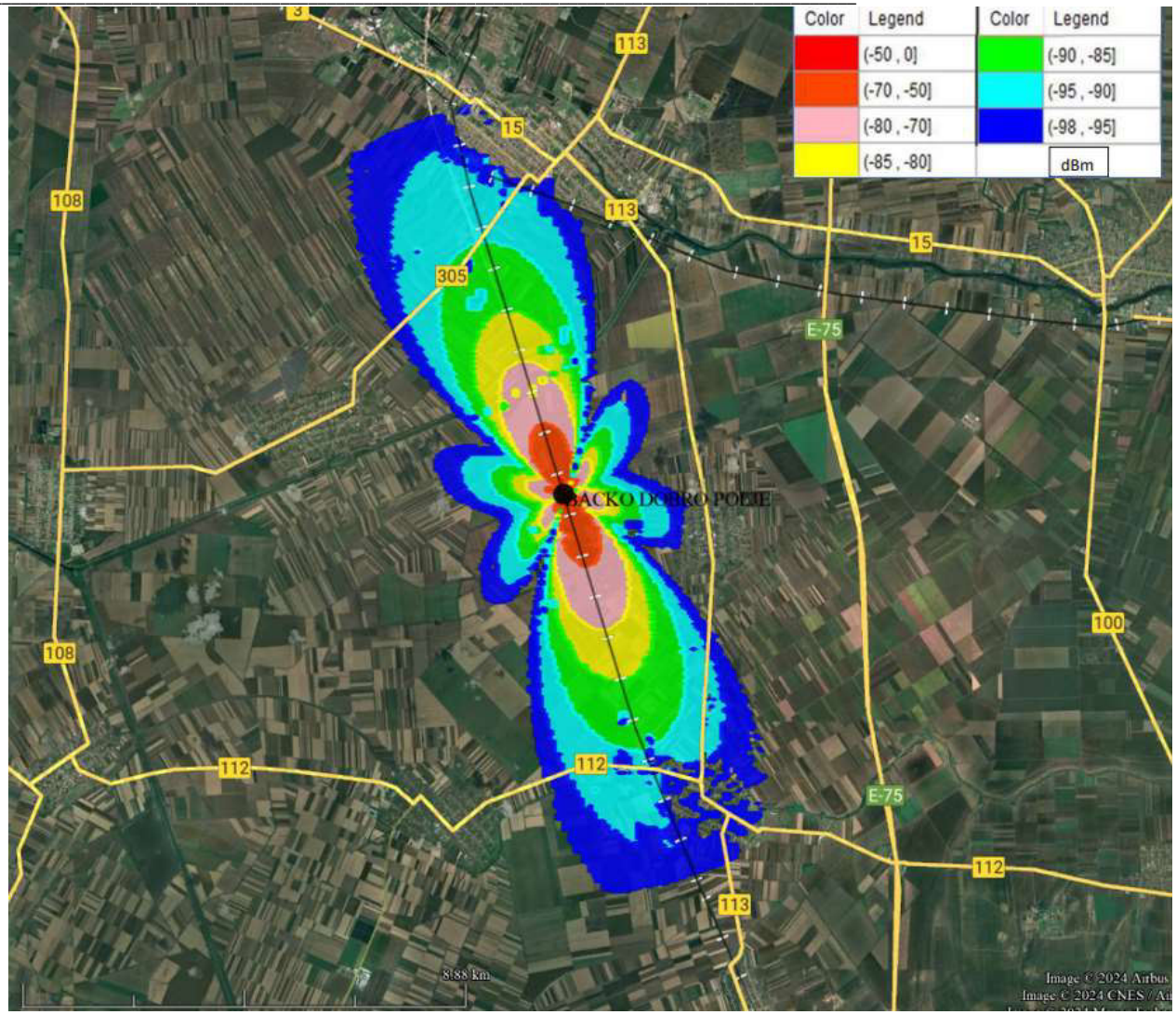
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Kisač



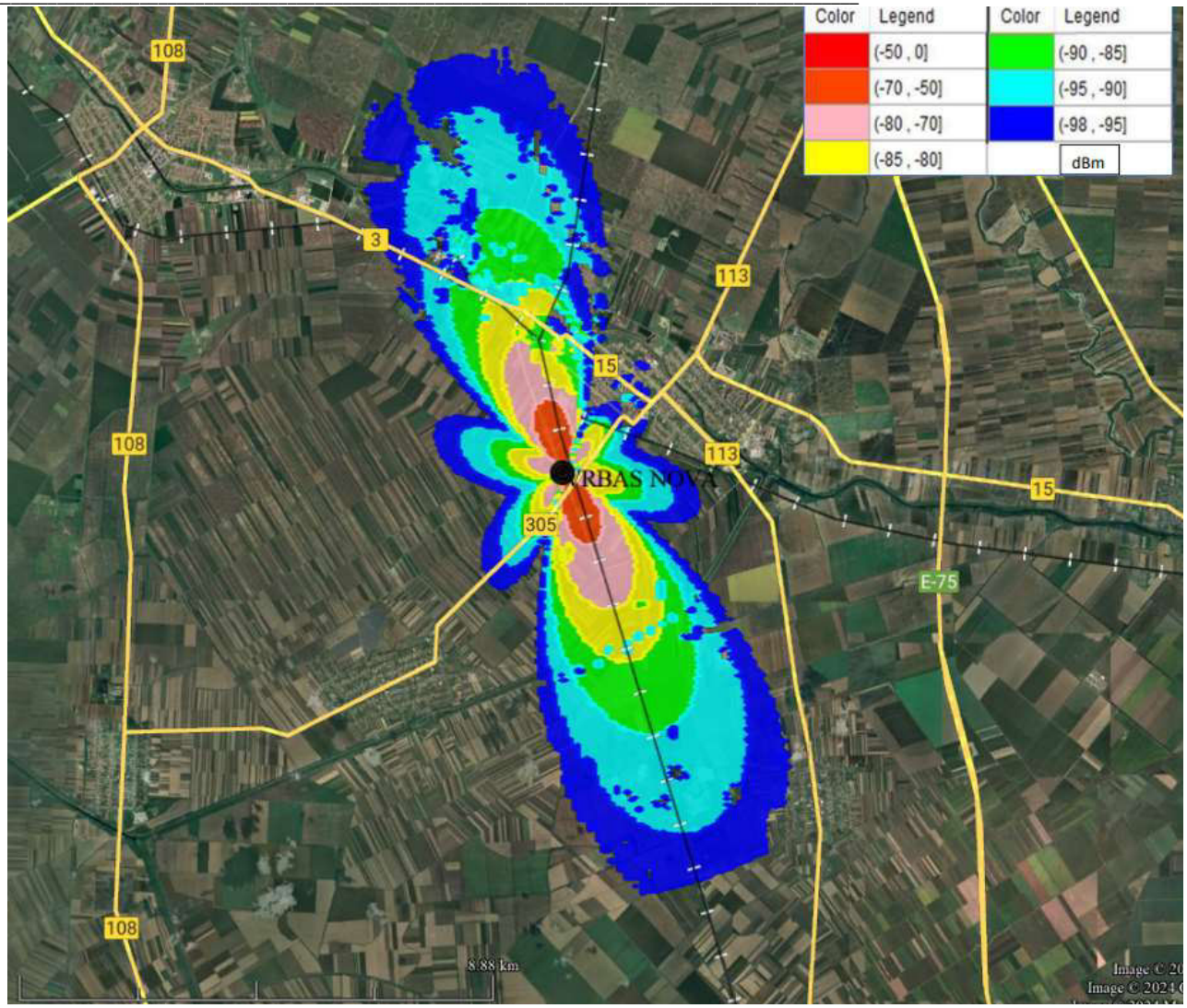
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Stepanovićevo



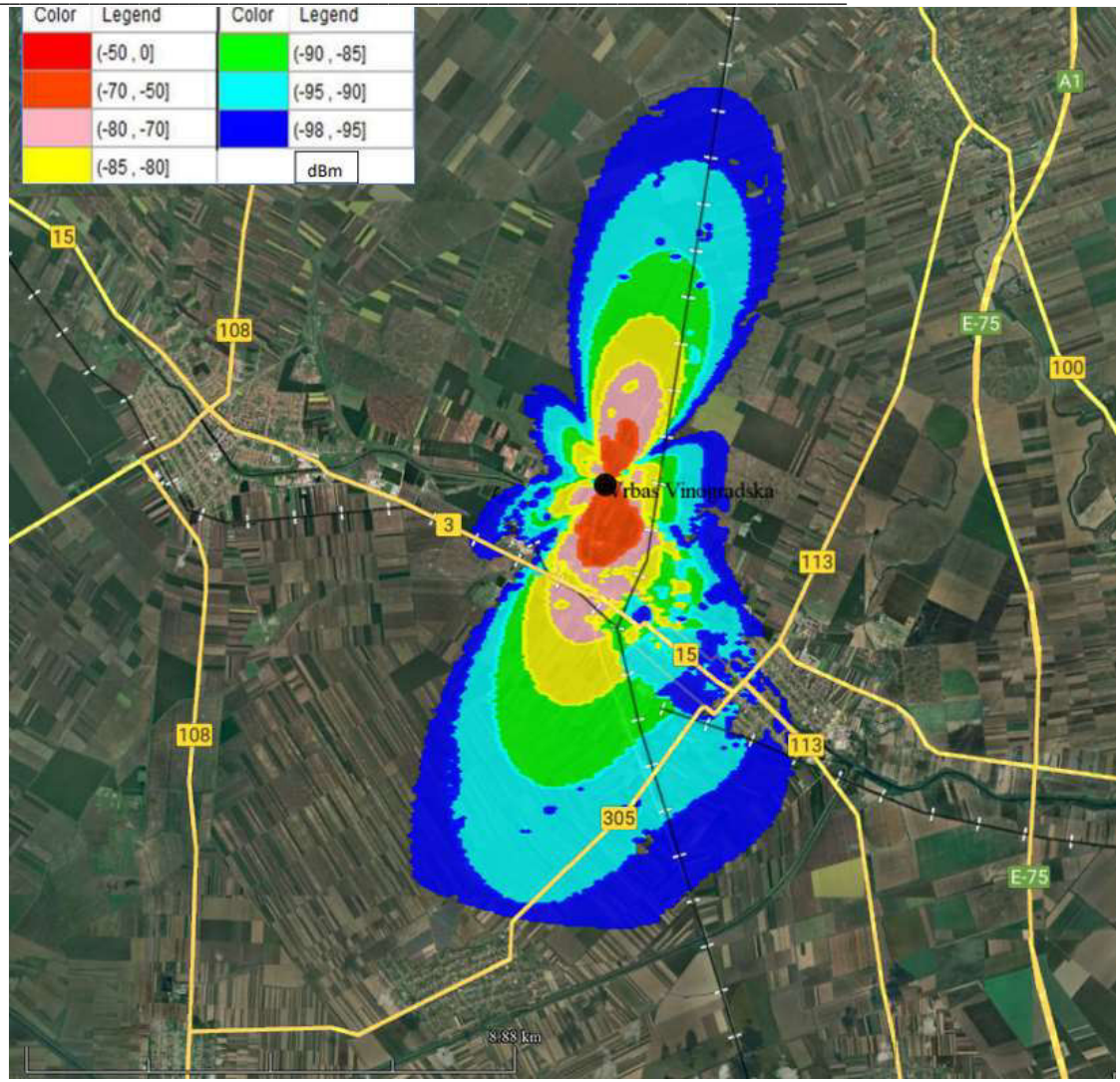
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Zmajevo



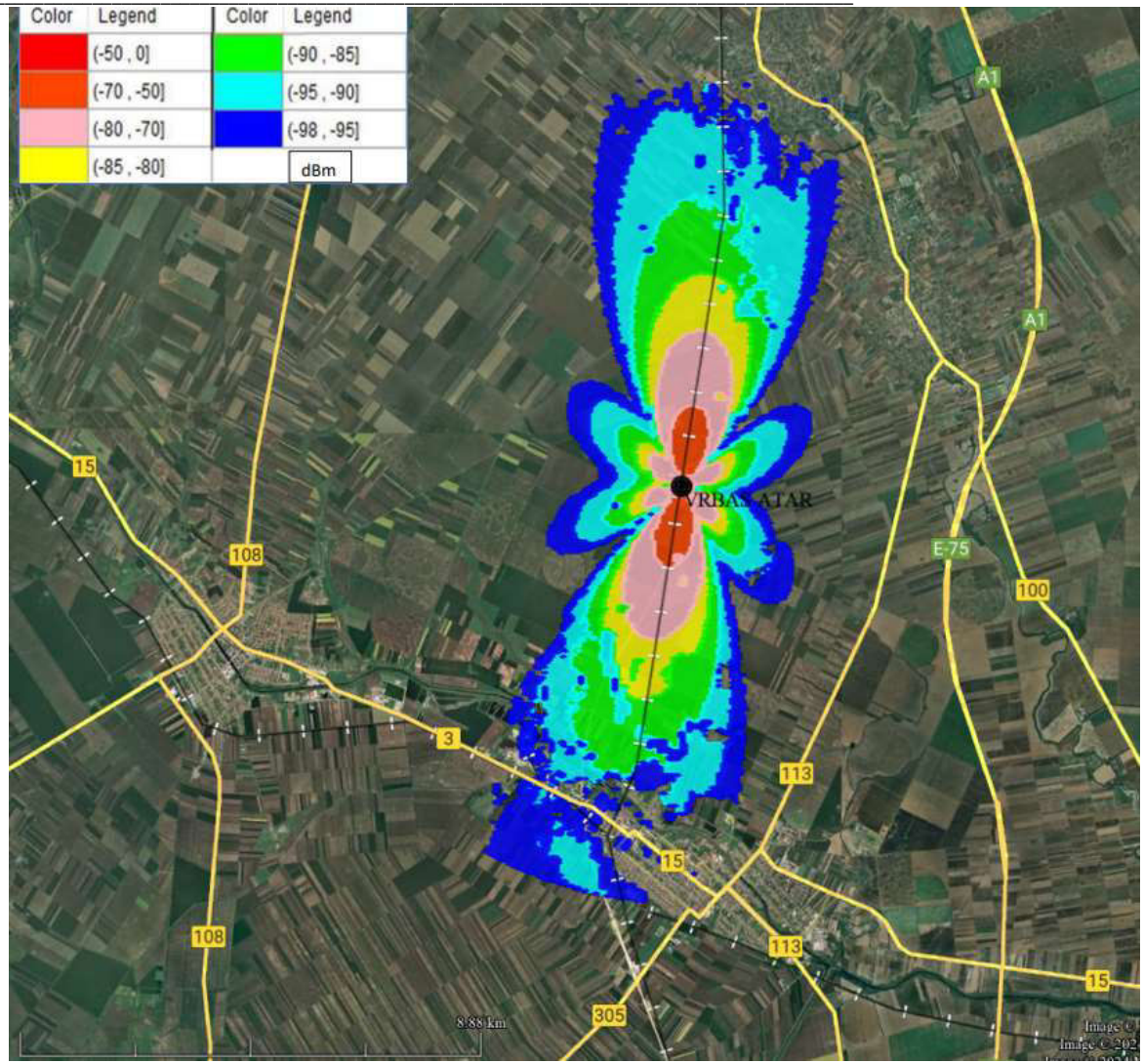
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Bačko Dobro Polje



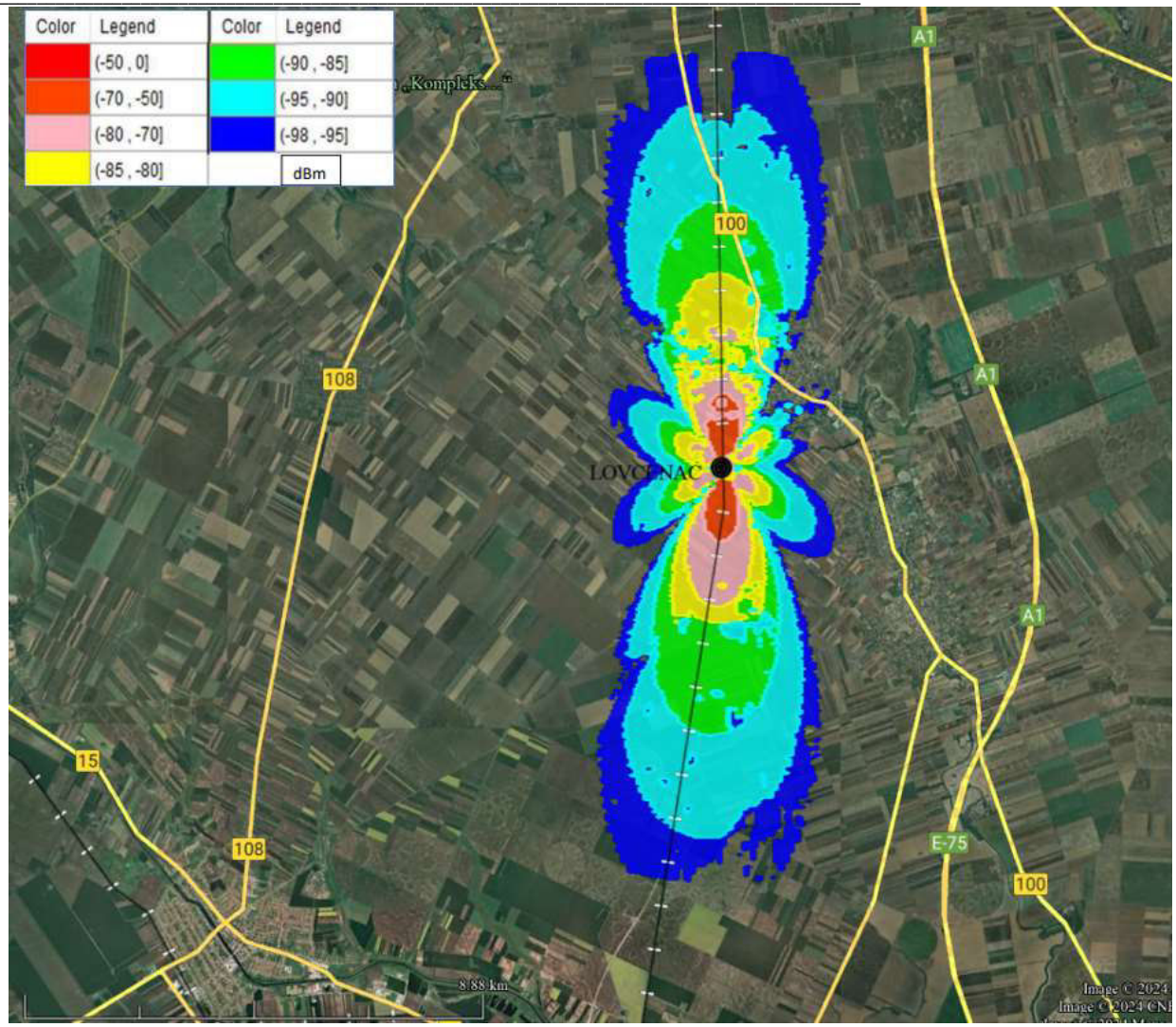
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Vrbas Nova



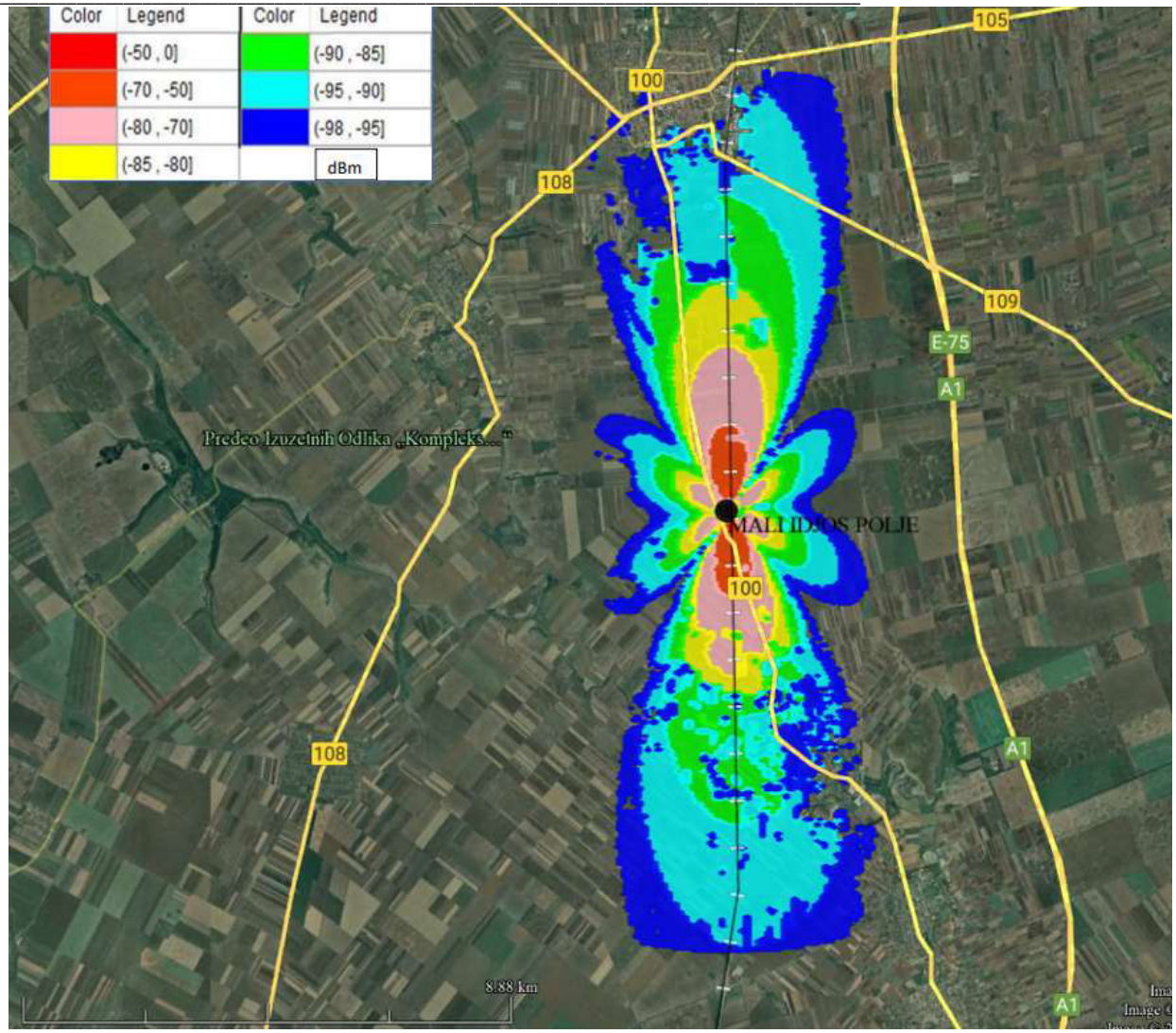
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Vrbas Vinogradska



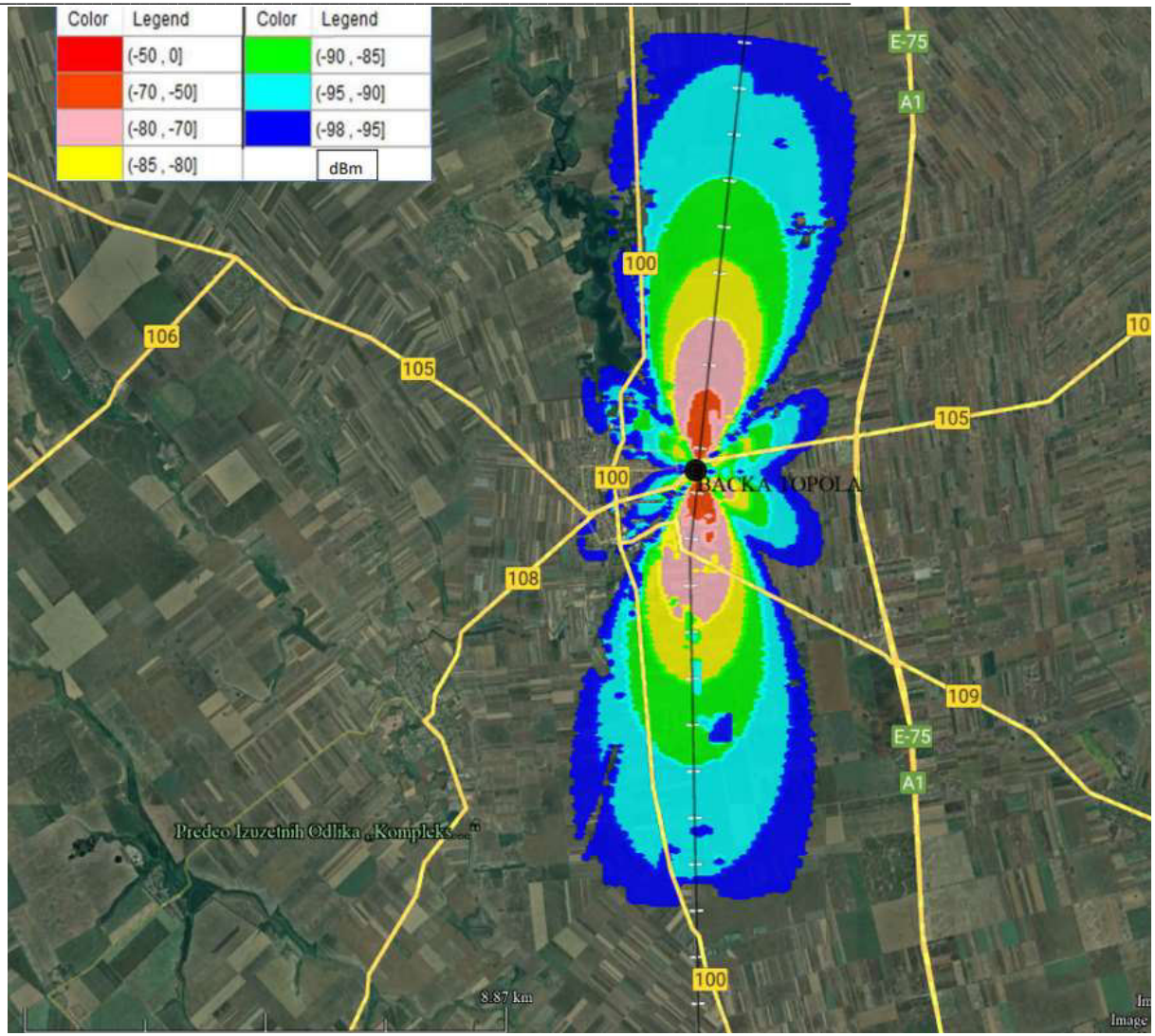
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Vrbas Atar



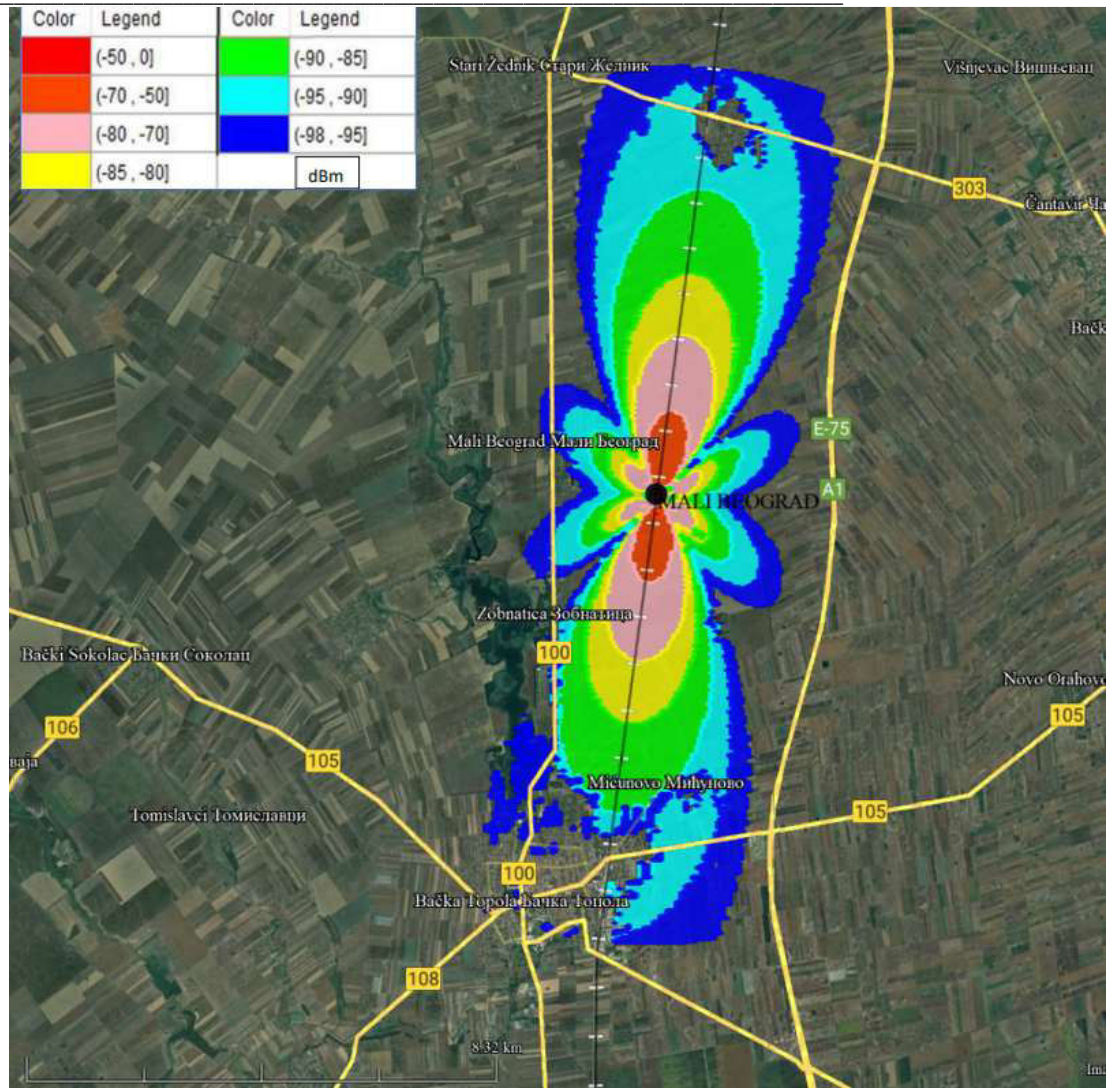
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Lovćenac



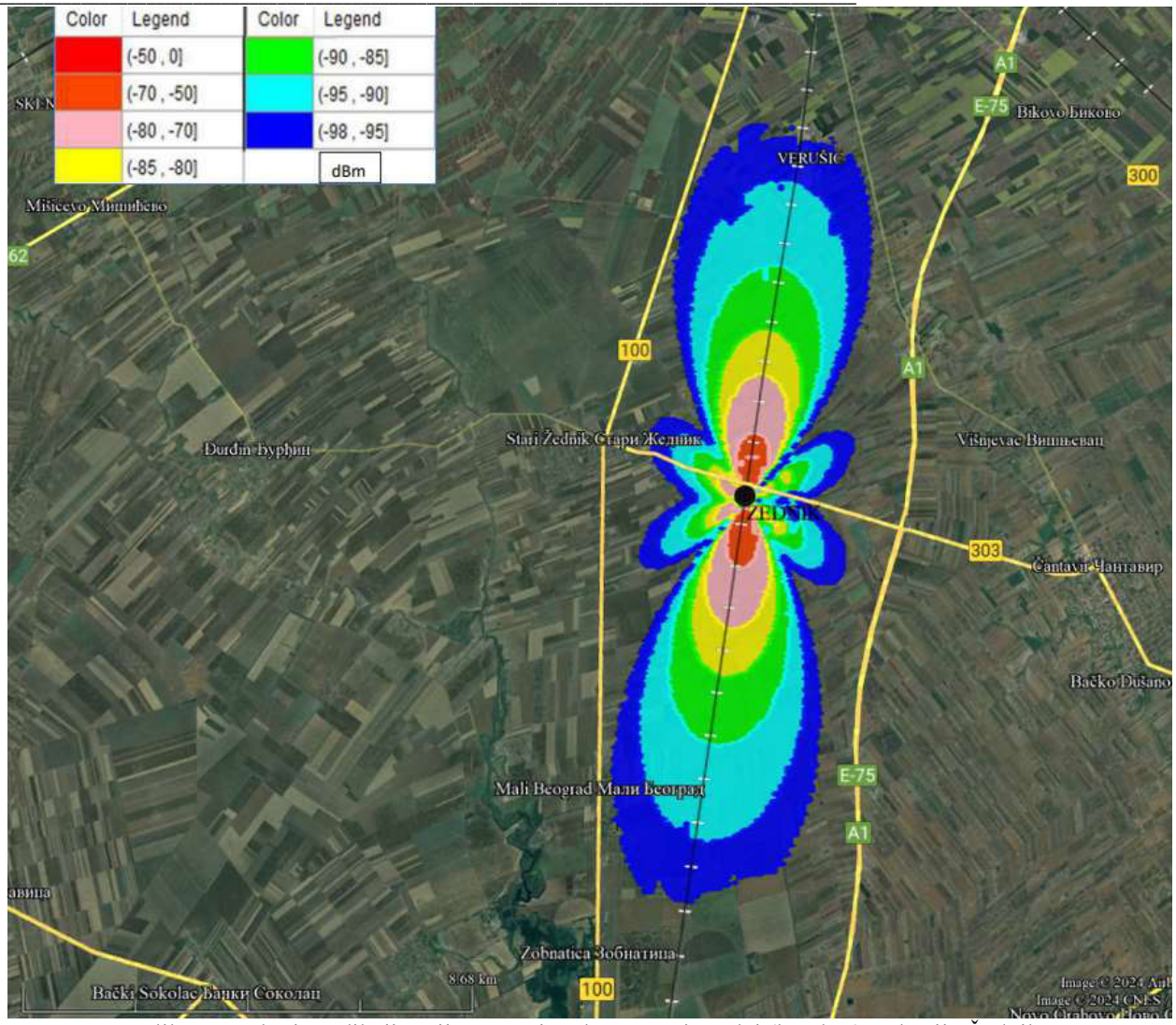
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Mali Iđoš Polje



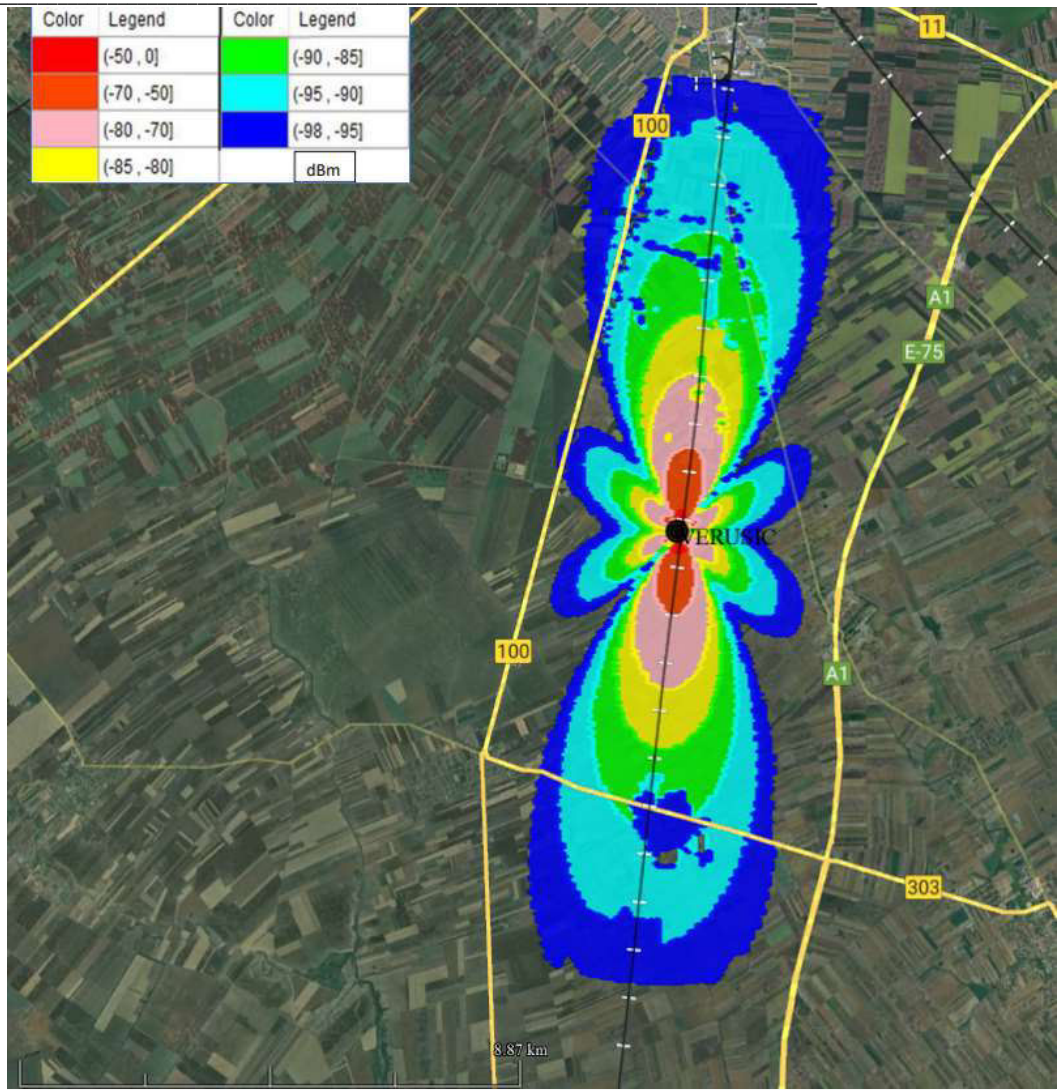
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Bačka Topola



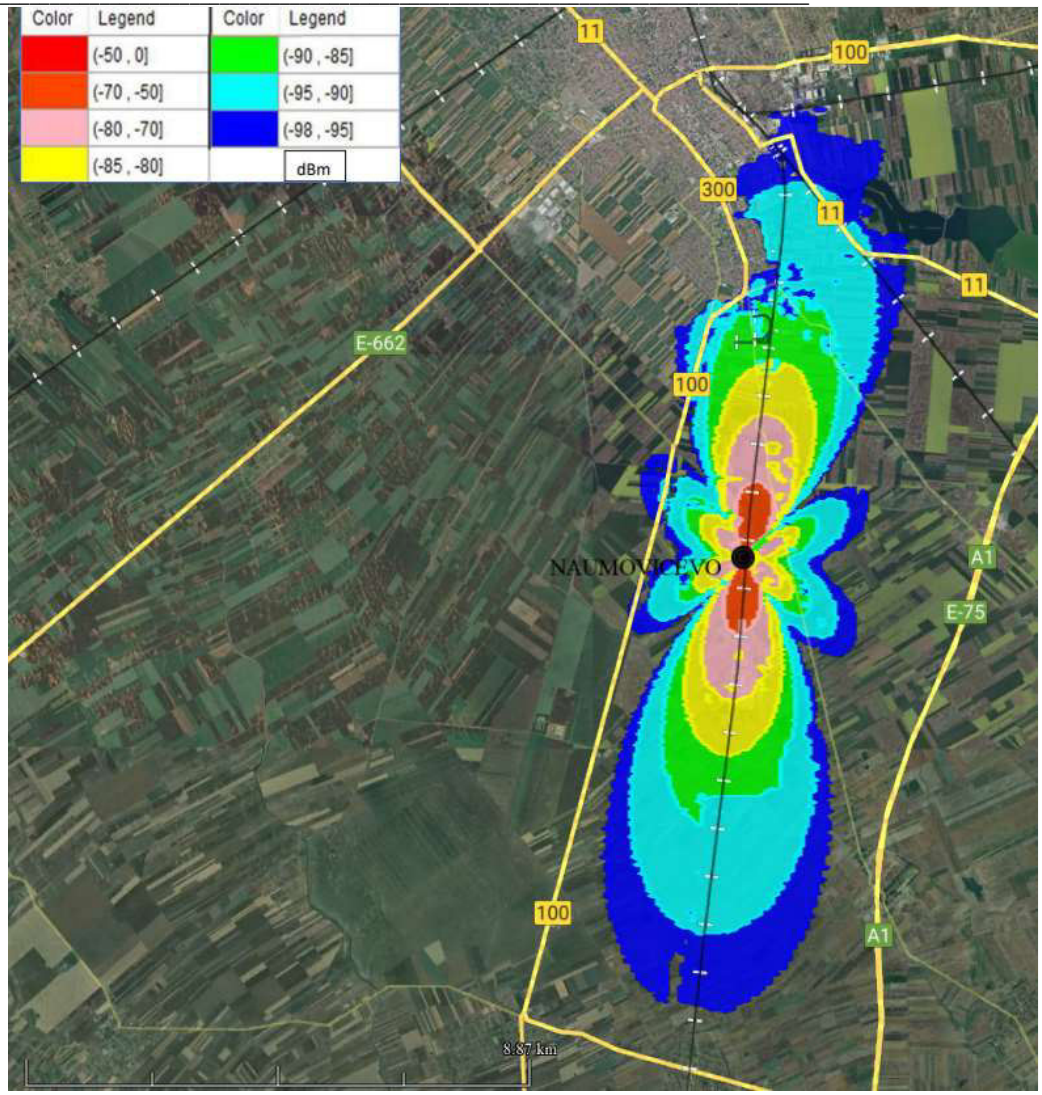
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Mali Beograd



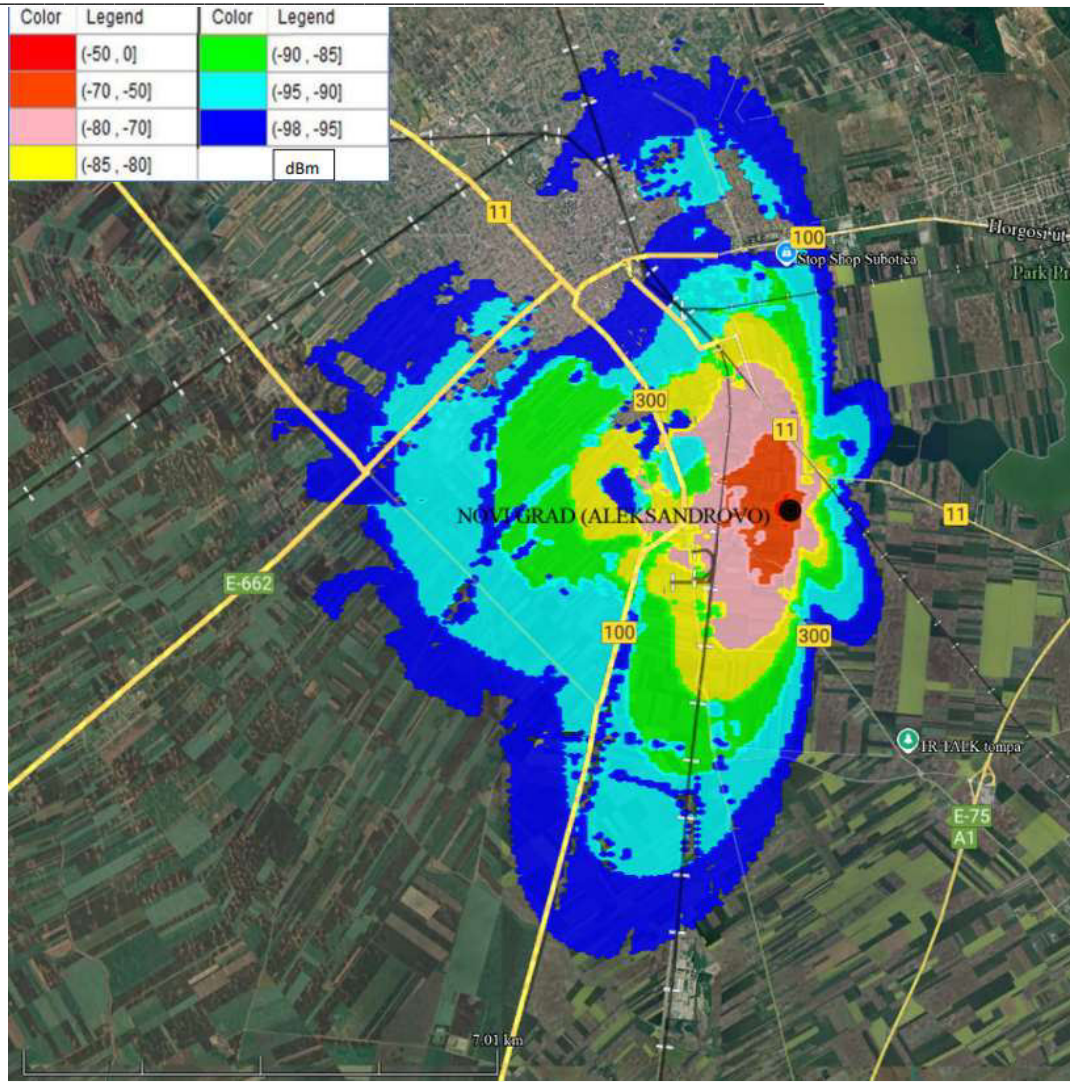
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Žednik



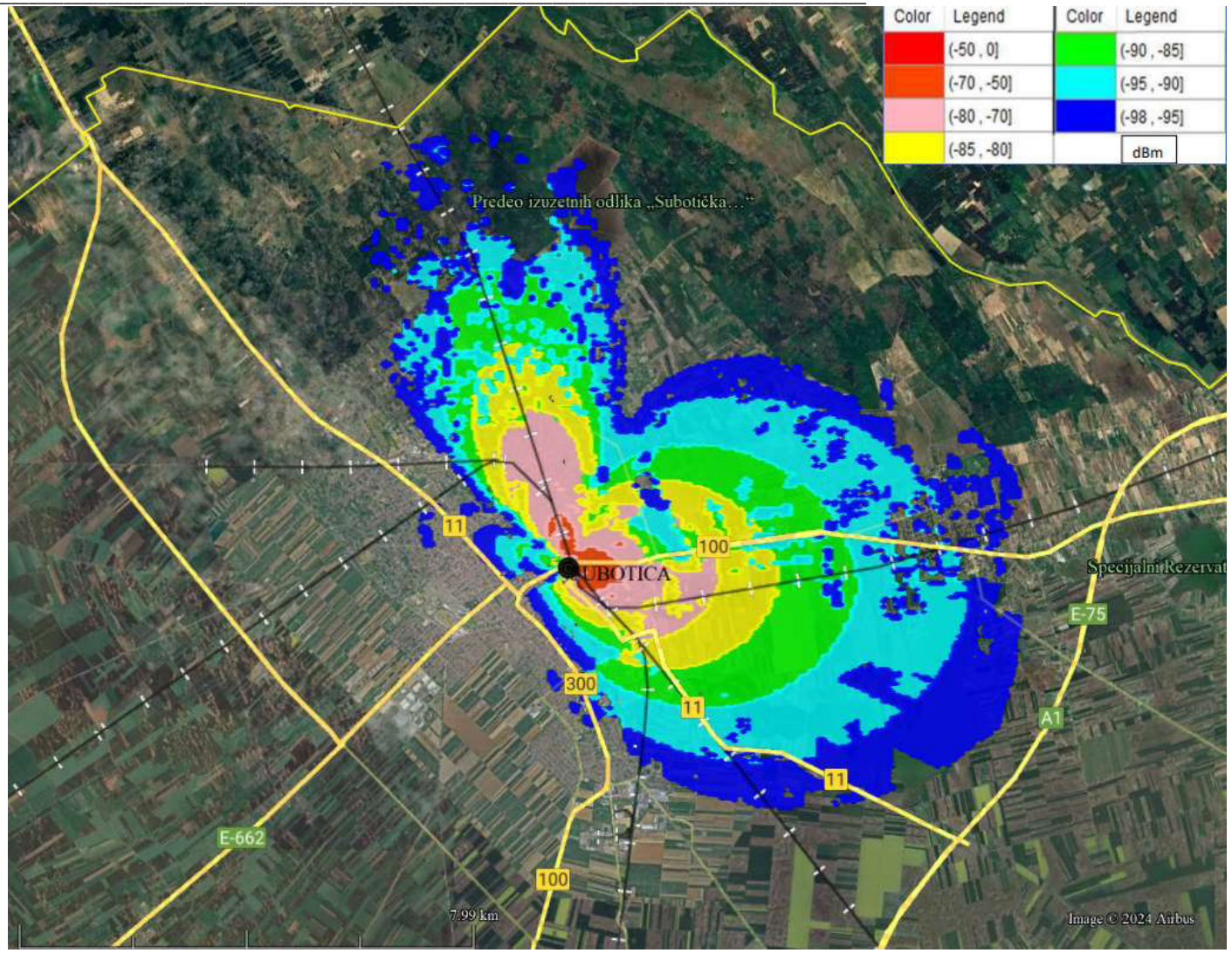
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Verušić



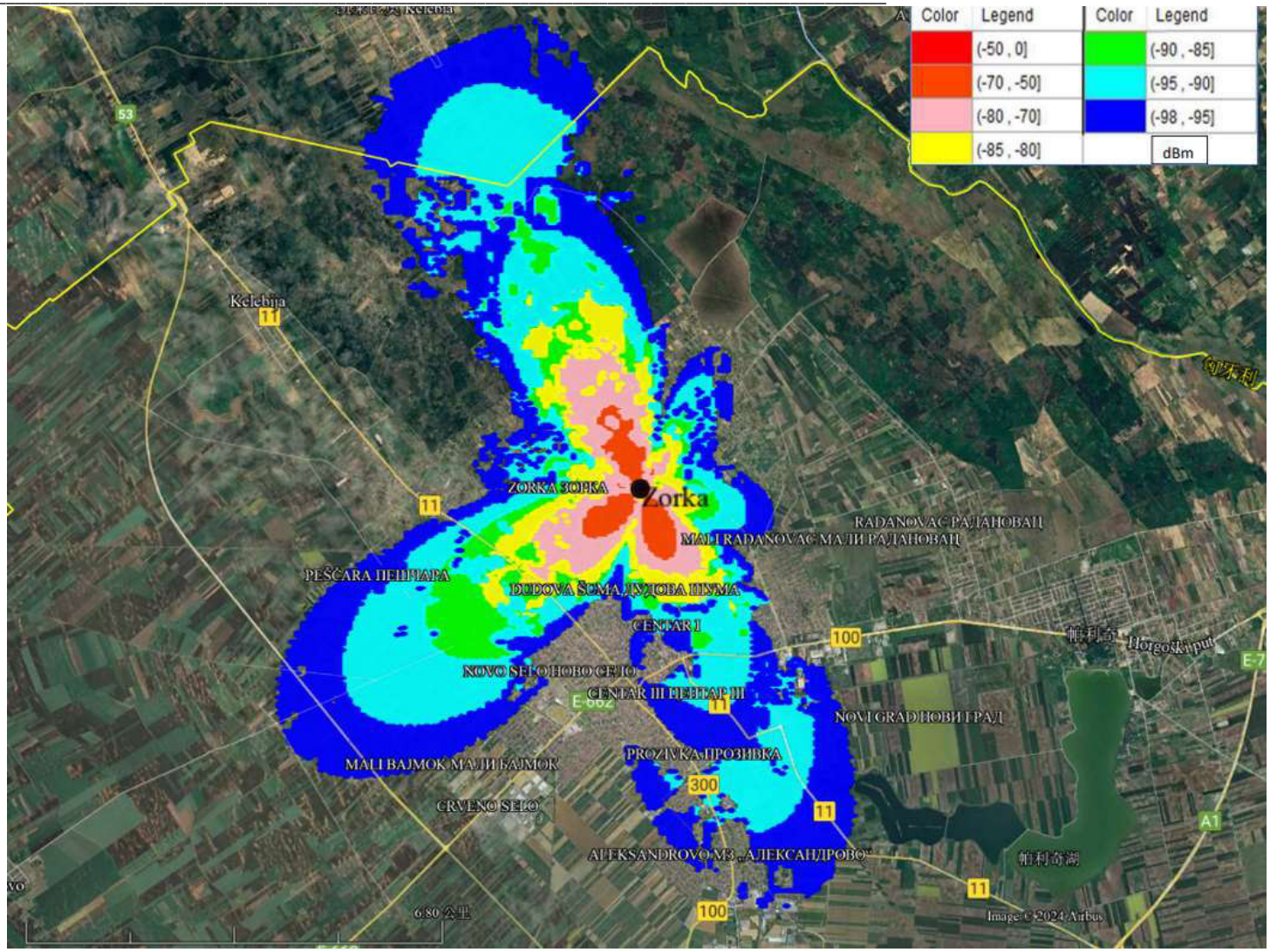
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Naumovićevo



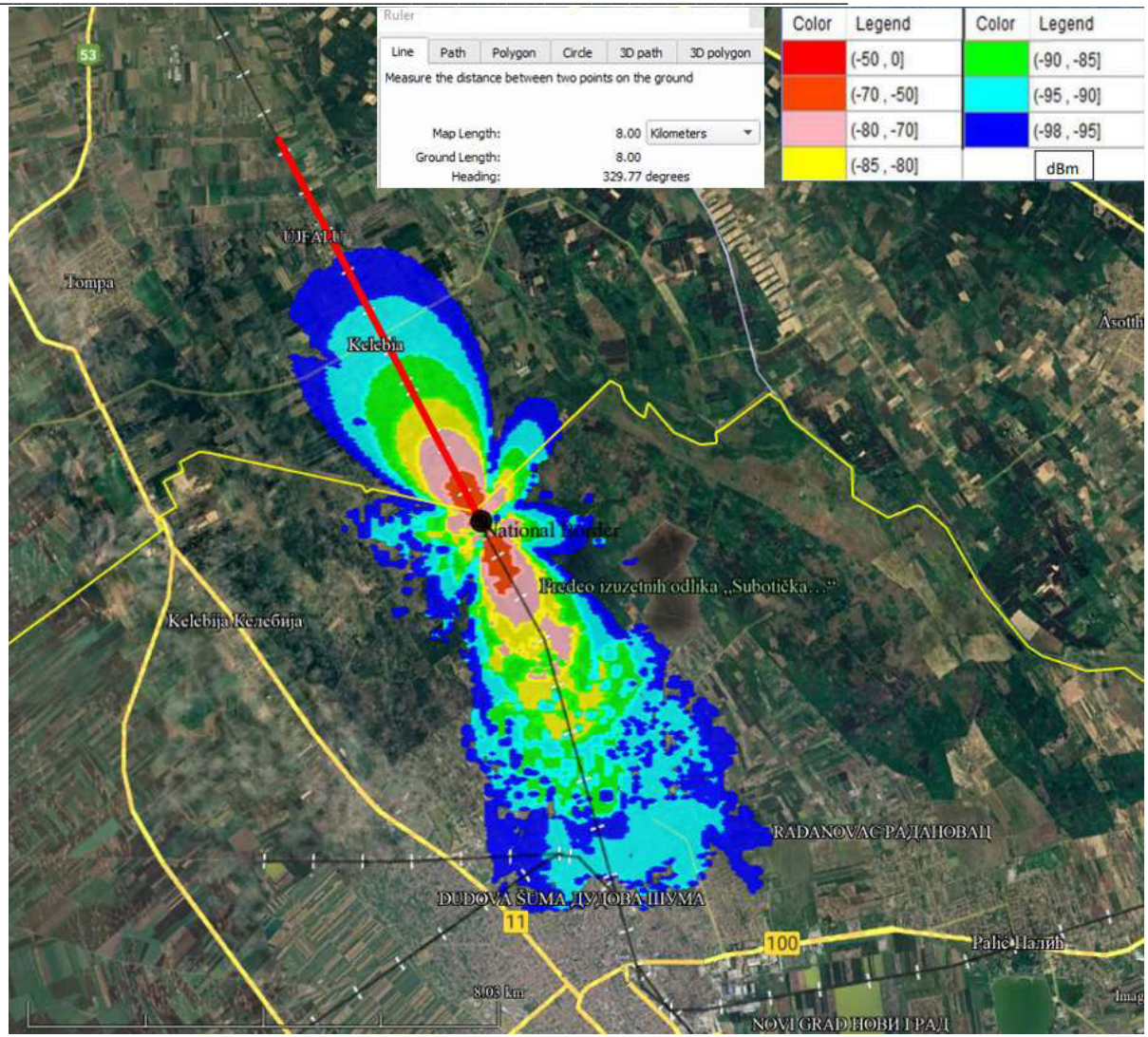
Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Novi Grad-Aleksandrovo



Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) Lokacija Subotica



Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) na 1.5m visine Lokacija Zorka



Slika: Rezultati predikcije prijemnog signala za ručni uređaj (handset) na 1.5m visine - Lokacija Kelebija

3.2. Izbor kanala i sprečavaje ometanja

Frekvencijski opseg dodeljen sistemu GSM-R od strane UIC je širine 4 MHz u 876-880 MHz opsegu (uplink) i 4MHz u opsegu 921-925 MHz (downlink) a u skladu sa to European/EIRENE frequencijskom raspodelom. 1 kanal je uzet kao zaštitni kanal guard band prema E-GSM opsegu pa prema tome je ukupno 19 kanala raspoloživo za frekvencijski plan GSM-R mreže. U tabeli ispod nalazi se spisak kanala i ARFCN kodova respektivno.

	ARFCN number	Uplink, MHz	Downlink, MHz
1	955	876,200	921,200
2	956	876,400	921,400
3	957	876,600	921,600
4	958	876,800	921,800
5	959	877,000	922,000
6	960	877,200	922,200
7	961	877,400	922,400
8	962	877,600	922,600
9	963	877,800	922,800
10	964	878,000	923,000
11	965	878,200	923,200
12	966	878,400	923,400
13	967	878,600	923,600
14	968	878,800	923,800
15	969	879,000	924,000
16	970	879,200	924,200
17	971	879,400	924,400
18	972	879,600	924,600
19	973	879,800	924,800

Sa ciljem da se minimizira interferencija frekvencijski plan treba da uvaži sledeće pretpostavke:

- C/I nivoi
  - Co-channel interference zaštitni odnos: C/I ≥ 12 dB
  - Adjacent-frequency interference zaštitni odnos: C/I ≥ 6 dB
  - Interference protection ratio u slučaju 400 kHz carrier frequency offset: C/I ≥ -38 dB
- Razmaci
  - 400kHz minimum razmaka među kanalima na istoj lokaciji
  - 600kHz razmaka za BCCH kanale za susedne sajtove
  - 400kHz razmaka za TCH kanale za susedne sajtove

Frekvencije mogu da se ponovo upotrebe u drugoj ćeliji ako je ona dodatne dve ćelije udaljena od predmetne da se izbegne interferencija. Posebna pažnja je posvećena izboru kanala u pograničnoj zoni sa Mađarskom. Naime prema Tehničkom sporazumu o koordinaciji frekvencija u osnovnom GSM-R opsegu 876–880/921–925 MHz između administracija Hrvatske, Mađarske i Srbije o koordinaciji frekvencija u frekvencijskim opsezima 876–880/921–925 MHz (GSM-R core band),

usaglašen, maja 2022. godine. Prema tom planu kanali za bazne staice u graničnim zonama treba da se biraju iz sledeće grupe preferentnih kanala:

Preferential frequency partitioning in the GSM-R bands

Center freq. (MHz)	GSM ARFCN	Block nr	HNG/ HRV*	HNG/ HRV/ SRB	HRV/ SRB	HNG/ SRB	Duplex freq. (MHz)
876.2000	955	1	HRV	HRV	HRV	SRB	921.2000
876.4000	956	2	HRV	HRV	HRV	HNG	921.4000
876.6000	957	3	HNG	HNG	SRB	HNG	921.6000
876.8000	958	4	HRV	HRV	HRV	SRB	921.8000
877.0000	959	5	HNG	HNG	SRB	HNG	922.0000
877.2000	960	6	HRV	SRB	SRB	SRB	922.2000
877.4000	961	7	HRV	HRV	HRV	SRB	922.4000
877.6000	962	8	HNG	HNG	HRV	HNG	922.6000
877.8000	963	9	HNG	SRB	SRB	SRB	922.8000
878.0000	964	10	HRV	HRV	HRV	HNG	923.0000
878.2000	965	11	HNG	HNG	HRV	HNG	923.2000
878.4000	966	12	HRV	SRB	SRB	SRB	923.4000
878.6000	967	13	HNG	HNG	HRV	HNG	923.6000
878.8000	968	14	HNG	SRB	SRB	SRB	923.8000
879.0000	969	15	HNG	HNG	HRV	HNG	924.0000
879.2000	970	16	HNG	SRB	SRB	SRB	924.2000
879.4000	971	17	HRV	HRV	HRV	HNG	924.4000
879.6000	972	18	HRV	SRB	SRB	SRB	924.6000
879.8000	973	19	HRV	SRB	SRB	SRB	924.8000

U tom slučaju, pri izboru preferentnih kanala, nivo polja u Mađarskoj a koji potiče od baznih stanica u Srbiji ne sme da pređe 19dB μV/m po kanalu na udaljenosti 15km od granične linije. Preračunavanjem nivoa polja u nivo snage dBm to je nivo od oko -78dBm.
Kanali koji su predviđeni na lokacijama Kelebija, Zorka i Subotica su iz skupa preferentnih kanala.
Prema priloženim kartama pokrivanja za baznu stanicu Kelebija, uočljivo je da je već na 5.5km od granice nivo snage ispod -98dBm što je daleko manje od traženih -78dBm na 15km od granice.
Za lokaciju Zorka, nivo od -98dBm je već na oko 2.5km od granične linije.

Glavni cilj frekvencijskog plana je maksimalno povećati udaljenost između dva mesta koja koriste iste frekvencije. Dvoslojna arhitektura: jedna frekvencija dodeljena je svakom BTS-u sloja A i sloja B što rezultira dvema frekvencijama dodeljenim svakoj lokacij sa dve bazne stanice, odnosno dva predajnika. Oba će sloja biti istovremeno aktivna i ovo vredi pod pretpostavkom da je dostupan puni standardni GSM-R spektar. Kao rezultat frekventnog planiranja u tabeli je dat spisak lokacija sa ARFCN kodovima odnosno odabranim kanalima prema prethodnim kriterijumima:

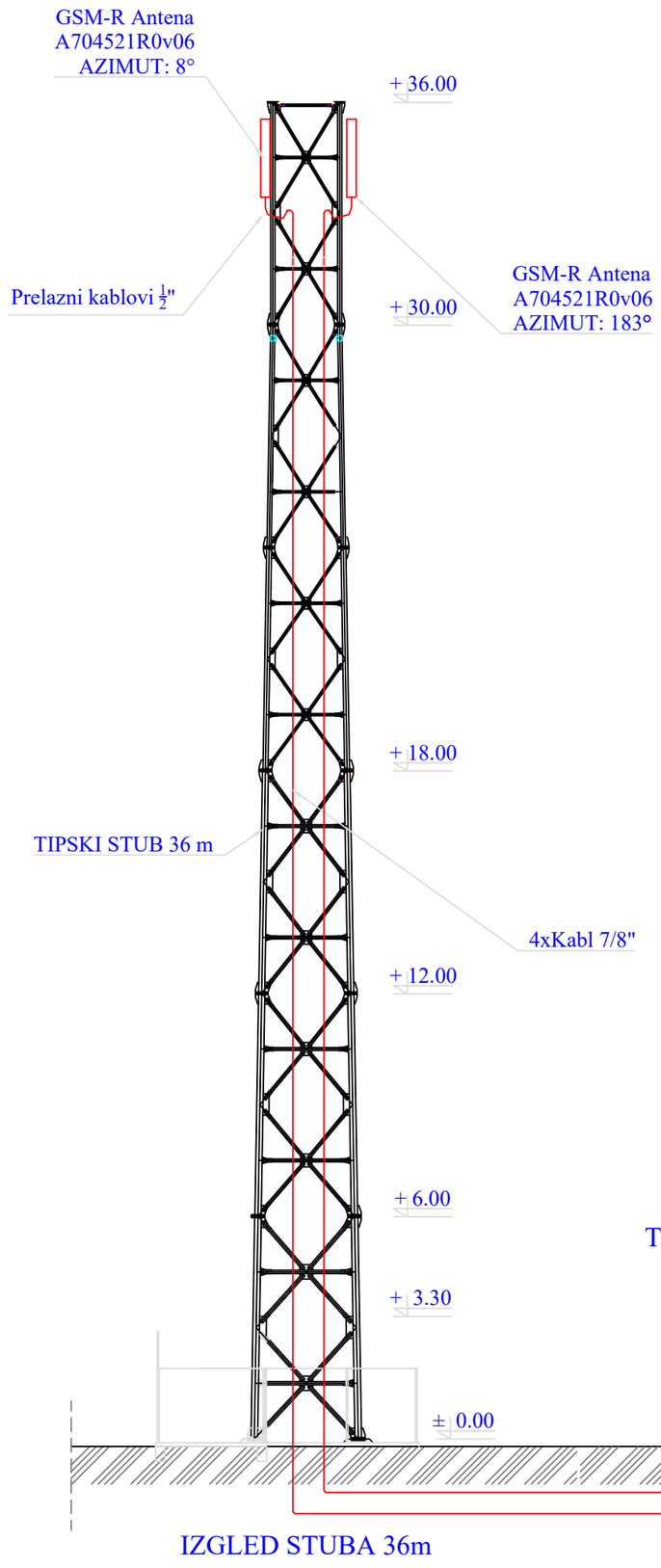
	Site	BCCH	
		Layer A	Layer B
Section 3	Novi Sad	961	965
	Sajlovo	969	973
	Rumenka	958	962
	Kisac	966	970
	Stepanovicevo	955	959
	Zmajevo	963	967
	Backo Dobro Polje OGF	971	956
	Vrbas Nova	960	964
	Vrbas Vinogradska OGF	968	972
	Vrbas atar OGF	957	961
	Lovcenac	965	969
	Mali Idjos Polje OGF	973	958
	Backa Topola	962	966
	Mali Beograd OGF	970	955
	Zednik	959	963
	Verusic OGF	967	971
	Naumovicevo	956	960
	Novi grad OGF	964	968
	Subotica	955	958
	Zorka OGF	970	972
	TSPn STATE BORDER (KELEBIJA)	966	960

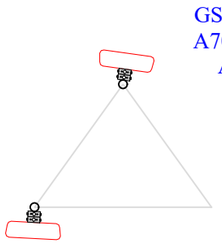
ODGOVORNI PROJEKTANT

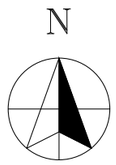
Vlatko Crnčević, dipl. inž. el.

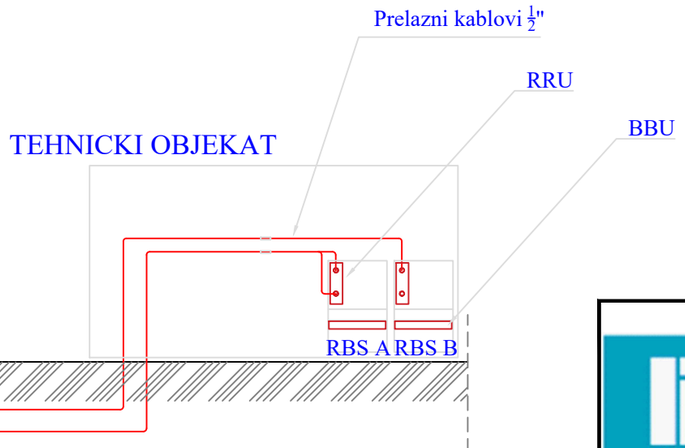
4. GRAFIČKA DOKUMENTACIJA

RT.01 Tipicna lokacija GSM-R sa stubom 36m
RT.02 Tipicna lokacija GSM-R sa stubom 42m



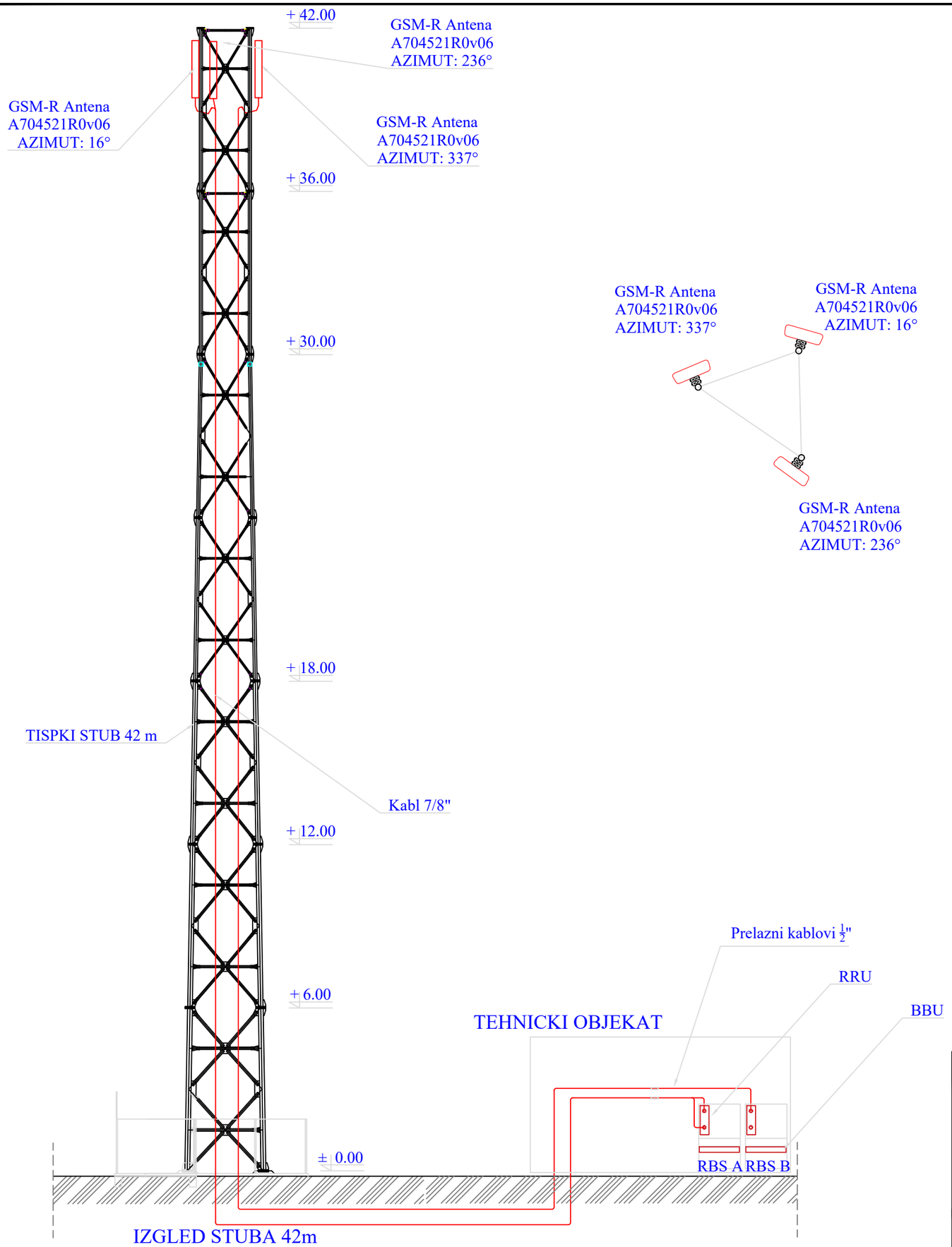




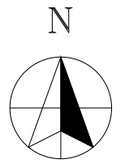


IZGLED STUBA 36m

INVESTITOR: Infrastruktura železnica Srbije" a.d., Beograd					
2					
1					
0	19.09.2024				
REV.	DATUM	OPIS	CRTAO	PROJEKTANT	ODOBRIO
TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA ISHODOVANJE DOZVOLA			LOKACIJA: TIPICNA GSM-R sa stubom 36m i 2 antene		
IZGLED TIPIČNE GSM-R LOKACIJE SA STUBOM 36m			RAZMERA:	CRTEŽ BR. RT.01	



IZGLED STUBA 42m



INVESTITOR: Infrastruktura železnica Srbije" a.d., Beograd

REV.	DATUM	OPIS	CRTAO	PROJEKTANT	ODOBRIO
2					
1					
0	19.09.2024				

TEHNIČKA DOKUMENTACIJA ZA ISHODOVANJE DOZVOLA

LOKACIJA:
TIPICNA GSM-R sa stubom 42m i 3 antene

IZGLED TIPIČNE GSM-R LOKACIJE SA STUBOM 42m

RAZMERA:

CRTEŽ BR.
RT.02

5. PRILOG 1 – OBRASCI ZAHTEVA ZA DOZVOLU ZA UPOTREBU RADIO-STANICE

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	961	922.4	877.4	**P**
2	965	923.2	878.2	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21000**
90307	Назив уже локације предајника	**NOVI SAD GLAVNA STANICA**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°49'42.16"E 45°15'54.78"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**78^0, 297^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	969	924.0	879.0	**P**
2	973	924.8	879.8	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21141**
90307	Назив уже локације предајника	**SAJLOVO, NOVI SAD**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°47'36.36"E 45°16'59.07"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**24^0, 133^0, 321^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0, 65^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5, 17.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32, 32, 26**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Хибрид Комбајнери дистрибуирају сва четри канала на све три секторске антене	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	958	921.8	876.8	**P**
2	962	922.6	877.6	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21201**
90307	Назив уже локације предајника	**RUMENKA, NOVI SAD**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°46'16.17"E 45°18'32.55"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина радио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**115^0, 147^0, 335^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**65^0, 29^0, 65^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**17.5, 20.5, 17.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**26, 32, 26**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Хибрид Комбајнери дистрибуирају сва четри канала на све три секторске антене	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	966	923.4	878.4	**P**
2	970	924.2	879.2	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21211**
90307	Назив уже локације предајника	**KISAČ**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°44'0.32"E 45°21'34.72"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**90**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**156^0, 339^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	955	921.2	876.2	**P**
2	959	922.0	877.0	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21212**
90307	Назив уже локације предајника	**Stepanovićevo**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°42'4.97"E 45°24'53.89"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**157^0, 336^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	963	922.8	877.8	**P**
2	967	923.6	878.6	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21213**
90307	Назив уже локације предајника	**Zmajevo**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°40'27.00"E 45°27'35.00"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**159^0 , 343^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	971	924.4	879.4	**P**
2	956	921.4	876.4	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21456**
90307	Назив уже локације предајника	**Bačko Dobro Polje**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°39'09"E 45°30'27"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**164^0 , 341^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	960	922.2	877.2	**P**
2	964	923.0	878.0	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21464**
90307	Назив уже локације предајника	**Vrbas Nova**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°37'43.55"E 45°33'19.29"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**80**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**161^0, 345^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**+2^0, +2^0**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	968	923.8	878.8	**P**
2	972	924.6	879.6	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21464**
90307	Назив уже локације предајника	**Vrbas Vinogradska**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°37'2.92"E 45°35'44.87"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**90**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**18^0 , 162^0 , 194^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$,$+2^0$,$+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na sve tri sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	957	921.6	876.6	**P**
2	961	922.4	877.4	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V21464**
90307	Назив уже локације предајника	**Vrbas Atar**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°38'28"E 45°38'16"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**100**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**8^0, 195^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [^{0}]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	965	923.2	878.2	**P**
2	969	924.0	879.0	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24322**
90307	Назив уже локације предајника	**Lovćenac**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°39'3.14"E 45°41'32.24"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**105**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**0^0 , 185^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	973	924.8	879.8	**P**
2	958	921.8	876.8	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24321**
90307	Назив уже локације предајника	**Mali Iđoš**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°38'54.98"E 45°44'52.38"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**105**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**0^0 , 179^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	962	922.6	877.6	**P**
2	966	923.4	878.4	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24300**
90307	Назив уже локације предајника	**Bačka Topola**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°38'58.01"E 45°49'6.94"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**110**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**8^0 , 183^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**$+2^0$, $+2^0$**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**29^0, 29^0**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**20.5, 20.5**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	970	924.2	879.2	P
2	955	921.2	876.2	P

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24223**
90307	Назив уже локације предајника	**Mali Beograd, Žednik**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°39'32.00"E 45°52'41.00"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**105**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**9^0, 188^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	959	922.0	877.0	**P**
2	963	922.8	877.8	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24223**
90307	Назив уже локације предајника	**Novi Žednik**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°40'8.00"E 45°56'21.00"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**105**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**6^0, 187^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**2^0 , 2^0**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	967	923.6	878.6	**P**
2	971	924.4	879.4	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24106**
90307	Назив уже локације предајника	**Verušić**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°40'30.67"E 45°59'9.60"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**103**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**7^0, 187^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene.	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	956	921.4	876.4	**P**
2	960	922.2	877.2	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24106**
90307	Назив уже локације предајника	**Naumovićevo, Subotica**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°40'50.84"E 46° 1'22.92"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**105**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**11^0, 188^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	964	923.0	878.0	**P**
2	968	923.8	878.8	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V23217**
90307	Назив уже локације предајника	**Aleksandrovo, Subotica**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°42'5.94"E 46° 3'59.36"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**105**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**35C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**208^0 , 280^0 , 343^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0 , 65^0 , 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 17.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32, 26, 32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Хибрид Комбајнери дистрибуирају сва четри канала на све три секторске антене	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	955	921.2	876.2	**P**
2	958	921.8	876.8	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24115**
90307	Назив уже локације предајника	**Subotica Centar**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°40'19.80"E 46° 5'57.78"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**110**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**95^0 , 145^0 , 345^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**65^0 , 65^0 , 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**17.5, 17.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+1^0$, $+1^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**26, 26, 32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Хибрид Комбајнери дистрибуирају сва четри канала на све три секторске антене	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	970	924.2	879.2	**P**
2	972	924.6	879.6	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24110**
90307	Назив уже локације предајника	**Zorka, Subotica**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°39'36.77"E 46° 7'35.49"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**120**
90407	Ширина тадио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**161^0 , 236^0 , 337^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [$^\circ$]	**29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$, $+2^0$, $+2^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na sve tri sektorske antene	

Редни број	**ARFCN**	**90216** Предајне радио-фреквенције у MHz	**90225** Радио-Фреквенције у вези са горњим границама опсега (пријемна, резервна и друго)	Врста радио-фреквенције (P-par, S-single, R-opseg)
1	966	923.4	878.4	**P**
2	960	922.2	877.2	**P**

Шифра	Позиција	Вредност
90240	Врста радио-станице	**FB**
90244	Врста радио-службе	**OT**
90301	Поштански Код	**V24104**
90307	Назив уже локације предајника	**KELEBIJA**
90326	Географска ширина и географска дужина по Гриничу (WGS kordinate)	**19°38'1.35"E 46°10'2.17"N**
90341	Надморска висина терена (м)	**124**
90407	Ширина радио-фреквенцијског опсега, врста емисије	**200KF7WWT**
90419	Код снаге	**C**
90420	Јединица снаге	**W**
90421	Вредност снаге	**30**
90507	Висина предајне антене изнад тла (м)	**41C**
90519	Тип предајне антене	**61**
90522	Поларизација	**X**
90523	Усмереност предајне антене	**S**
90525	Азимут максималног зрачења [^{0}]	**155^0 , 329^0**
90528	Угао ширине главног снопа емисионе антене [°]	**29^0, 29^0**
90531	Добитак предајне антене [dBi]	**20.5, 20.5**
90533	Елевациони угао главног снопа downtilt (+) / uptilt (-)	**$+2^0$ i $+6^0$**
90536	Однос напред/назад [dB]	**32**
90827	Време рада	**0024100CA**
90840	Покретљивост радио станице	**FL**
РАДНИ ОПСЕГ		
90541	Доња граница фреквенцијског опсега	**921M0**
90547	Горња граница фреквенцијског опсега	**925M0**
Напомена:	Hybrid Kombajneri distribuiraju sva četri kanala na obe sektorske antene	

5. PRILOG – IZJAVA PROJEKTANTA

Прилог 1

ИЗЈАВА

Одговорног пројектанта о поштовању законских и подзаконских аката у области заштите животне средине

Одговорни пројектант **Влатко Црнчевић 353 1896 03**

Овом Изјавом потврђујем да сам приликом израде техничке документације која се подноси уз Захтев за издавање појединачне дозволе за коришћење радио-фреквенција:

Пројекат Радио-ситема ГСМ-Р деоница Нови Сад-Келебија

за подносиоца Захтева:

Инфраструктура железница Србије "а.д., Београд – Савски Венац, Немањина 6

поштовао у свему одговарајуће прописе о мерама заштите животне средине према Закону о заштити животне средине („Службени гласник РС“, бр. 135/04 и 36/09), Закону о процени утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, бр. 135/04 и 36/09), Закону о заштити од нејонизујућих зрачења („Службени гласник РС“, број 36/09), Правилнику о границама излагања нејонизујућим зрачењима („Службени гласник РС“, број 104/09), Правилнику о изворима нејонизујућих зрачења од посебног интереса, врстама извора, начину и периоду њиховог испитивања („Службени гласник РС“, број 104/09), као и Уредби о утврђивању листе пројеката за које је обавезна процена утицаја и листе пројеката за које се може захтевати процена утицаја на животну средину („Службени гласник РС“, број 114/08).

Место и датум

Београд 19.09.2024

М.П.

Одговорни пројектант

_____